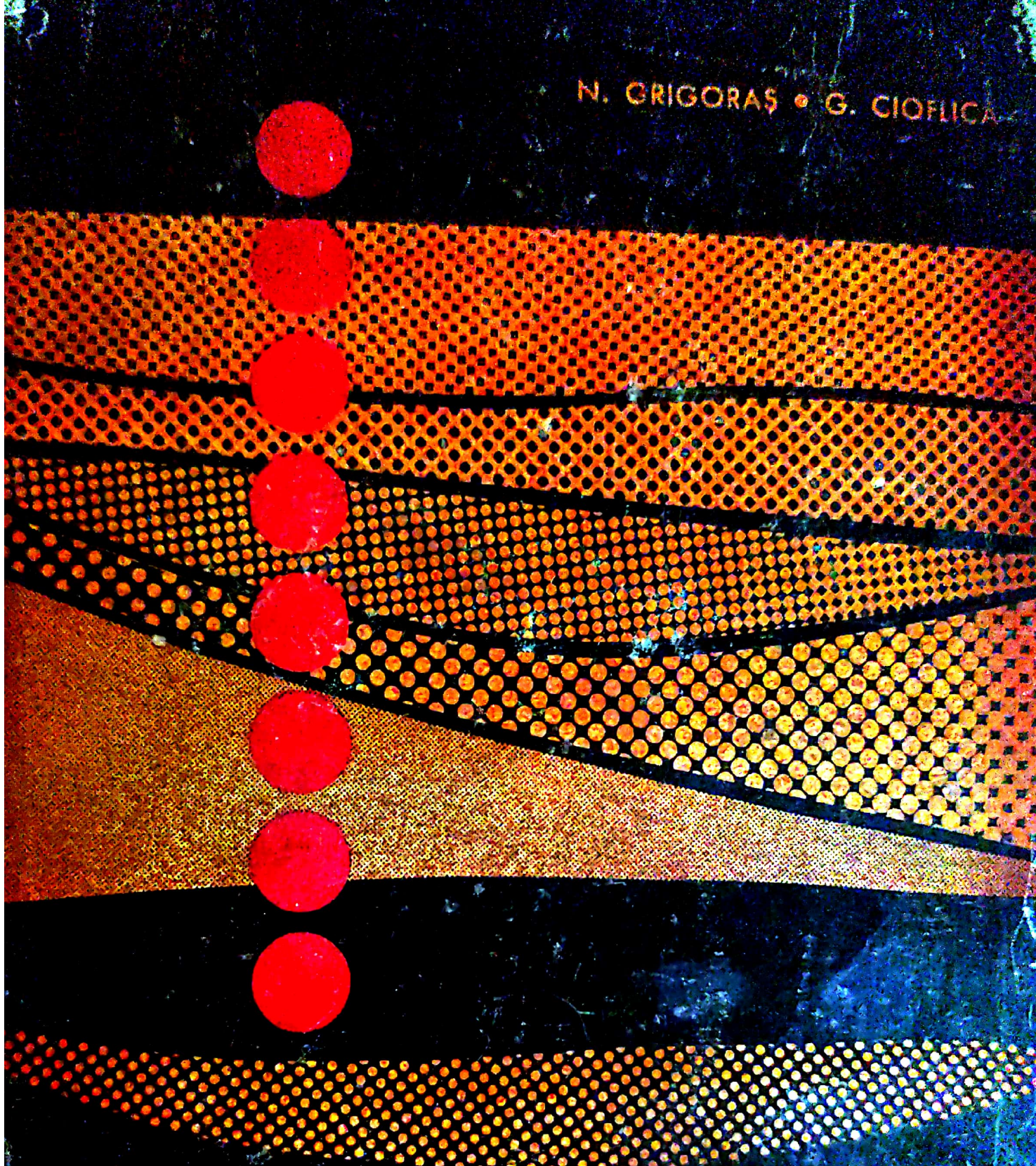
N. GRIGORAȘ • G. CIOFLICA



prospecțiunea și explorarea geologică

Prof. Dr. N. GRIGORAȘ

Conf. G. CIOFLICĂ
Cand. în științe

prospecțiunea și explorarea geologică

Manual pentru școala tehnică de geologie

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ – BUCUREȘTI, 1963

Manualul a fost elaborat pe baza tablei de materie aprobate de Ministerul Învățământului

Referent științific: T. PLISCA

Referent metodic: A. GURĂU

Scanned with OKEN Scanner

PARTEA INTII

METODOLOGIA LUCRĂRILOR DE PROSPECȚIUNE ȘI EXPLORARE GEOLOGICĂ

CAPITOLUL I

NOȚIUNI GENERALE PRIVIND PROSPECȚIUNEA ȘI EXPLORAREA GEOLOGICĂ

Activitatea geologică are ca scop final cunoașterea structurii geologice a unei regiuni, descoperirea rezervelor de substanțe minerale utile și valorificarea lor industrială. În economia socialistă, întreaga activitate geologică desfășurată pe teritoriul țării contribuie la crearea bazei tehnice-materiale necesare construcției societății socialiste. Cercetările de teren executate cu diferite metode și mijloace, completate cu cercetările de laborator, reflectă noua orientare și importanța deosebită acordată în anii puterii populare științei, în general, și științei geologice, în special.

Cunoașterea structurii geologice și a bogățiilor miniere din cuprinsul unei regiuni și valorificarea industrială a lor se realizează printr-o activitate geologică desfășurată în trei faze succesive, și anume: *prospecțiunea, explorarea și exploatarea.*

Prospecțiunea cuprinde întreaga activitate de cercetare executată cu metode geologice, geofizice, geochimice sau cu lucrări de foraj care urmăresc să descopere într-o anumită regiune prezența unor acumulări de substanțe minerale utile sau existența unor condiții geologice speciale, în care a fost posibilă acumularea substanțelor minerale utile. Pentru cele mai multe substanțe minerale utile și, în general, pentru zăcămintele de minereuri, cărbuni, sare și roci utile, prospecțiunea duce adesea direct la descoperirea în regiunea respectivă a substanței minerale căutate. În faza de prospecțiune se descoperă, de exemplu, existența la zi a unor strate de cărbune, a unor filoane aurifere, a unor strate de calcare, gips etc. și în anumite situații se obțin chiar anumite date privind grosimea stratelor, conținutul în componenți utili sau calitatea cărbunelui etc. Dacă substanța minerală utilă nu

este deschisă la zi, cu ajutorul anumitor metode de investigație se poate ajunge tot în această fază de prospecțiune la concluzia privind existența substanței minerale utile în adîncime. Anumite metode geofizice de prospecțiune, de exemplu, radiometria și magnetometria sau metodele geochimice, dau indicații directe și permit să se descopere și în acest caz existența în adîncime a unor zăcăminte de minereuri, de exemplu, minereuri de fier, uraniu etc. Așadar, pentru cea mai mare parte din substanțele minerale utile, și anume pentru cele aflate în stare solidă, în faza de prospecțiune se ajunge la concluzia existenței substanței minerale respective, bineînțeles fără a se cunoaște încă valoarea sa industrială ; această cunoaștere se obține în faza de explorare.

Pentru zăcămintele de combustibili fluizi — petrol și gaze — situația este deosebită. Activitatea desfășurată în faza de prospecțiune nu duce la descoperirea existenței petrolului sau gazelor. Lucrările executate în această fază, cu diferite metode de prospecțiune, urmăresc să descopere în regiunea cercetată anumite elemente geologice care condiționează formarea și conservarea acumulărilor de hidrocarburi și duc la concluzia că în regiunea respectivă este *posibilă* existența unui zăcămînt de petrol sau de gaze. Descoperirea zăcămîntului și evaluarea rezervelor se va face aici în faza următoare, explorarea.

Explorarea cuprinde întreaga activitate executată cu lucrări miniere și foraje în scopul determinării rezervelor și pregătirii pentru exploatare a unui zăcămînt mineral în stare solidă, iar pentru petrol și gaze, explorarea cuprinde activitatea care duce, în primul rînd, la descoperirea substanței respective și, în al doilea rînd, *la conturarea și evaluarea completă* a rezervelor ce vor fi puse în exploatare.

Explorarea zăcămintelor de petrol și gaze se execută numai cu sonde.

Exploatarea cuprinde lucrările efectuate pentru extracția substanțelor minerale utile din zăcămintele explorate, în scopul valorificării lor industriale.

* * *

Înainte de a ne ocupa mai pe larg de activitatea geologică din fazele de prospecțiune și explorare, sînt necesare cîteva cuvinte privind dezvoltarea activității geologice în țara noastră.

Scanned with OKEN Scanner

Ca în orice alt domeniu de activitate, și în activitatea geologică se deosebesc două perioade, separate prin data de 23 August 1944, data eliberării patriei noastre de sub jugul fascist.

Prima perioadă începe în a doua jumătate a secolului al XIX-lea și este caracterizată, în primul rînd, prin efortul geologilor romîni pentru promovarea pe plan național și internațional a științelor geologice romînești și, în al doilea rînd, prin exploatarea bogățiilor minerale ale țării noastre (ca : petrol, gaze, cărbuni, minereuri de fier, aur etc.) de către diferite societăți capitaliste străine. În această perioadă, primele lucrări de geologie sînt legate de numele lui *Gr. Cobălcescu* și al lui *Gr. Ștefănescu*. Ele cuprind mai ales probleme de stratigrafie și au ca obiect principal întocmirea hărții geologice a țării.

Primele hărți geologice ale Romîniei apar în anul 1890 una sub conducerea lui *Gr. Ștefănescu*, la scara 1 : 2 000 000, și alta sub conducerea lui M. Drăghiceanu, la scara 1 : 800 000. Cea de a doua hartă avea figurate pe ea și zăcămintele de substanțe minerale utile cunoscute pe acea vreme în țara noastră. O hartă geologică mai completă, la scara 1 : 200 000, apare în 1898, tot sub conducerea lui Gr. Ștefănescu.

Activitatea geologică a fost organizată de către „Biroul Geologic" (1882—1888) și „Laboratorul de Geologie" (1898—1903), „Comisia de Petrol" (1903—1906) și „Institutul Geologic al Romîniei", înființat în 1906. Alături de numele celor doi înaintași ai geologiei romînești se înscriu numele lui Popovici-Hațeg, L. Mrazec, Gh. Murgoci, Sava Athanasiu, I. Popescu-Voitești, I. Atanasiu și Gh. Macovei, ca cele mai reprezentative personalități în dezvoltarea științei geologice în țara noastră. Preocupările lor în probleme de stratigrafie și tectonică au fost extinse și în probleme de geologie economică, cele mai multe fiind legate de geologia zăcămintelor de petrol și gaze. Concepțiile lor privind problema originii petrolului, formele de zăcămînt ale petrolului, tipuri speciale de structuri petrolifere (cutele diapire), ape de zăcămînt etc. au avut o deosebită valoare științifică și practică, au fost recunoscute și pe plan internațional și au fost utilizate cu succes în activitatea geologică desfășurată după eliberarea patriei noastre, în anii puterii populare. Numele lui L. Mrazec și Gh. Murgoci sînt legate și de importante probleme de mineralogie și petrografie, care au constituit puncte de plecare în

Scanned with OKEN Scanner

activitatea de prospectare și explorare a zăcămintelor de minereuri din perioada de după naționalizarea principalelor mijloace de producție.

Importante contribuții la descifrarea structurii geologice a țării noastre au adus și lucrările publicate de D. Preda. D. Ștefănescu, A. Codarcea, G. Murgeanu, Ștefan Ghica-Budești, M. Filipescu, N. Petrulian, V. Ioanovici, N. Oncescu și alți geologi din generațiile mai tinere, care au lămurit o serie întreagă de probleme de stratigrafie și tectonică și au contribuit direct sau indirect la succesele înregistrate în anii puterii populare în descoperirea de noi rezerve de diferite substanțe minerale utile.

Sinteza lucrărilor executate în cadrul Institutului geologic a fost realizată în harta geologică a Romîniei la scara 1 : 1 500 000, tipărită în 1926, și în harta geologică a R.P.R. la scara 1 : 500 000 (aproape jumătate din această ultimă hartă a fost tipărită pînă în anul 1936, iar restul, din cauza lipsei de interes pentru activitatea geologică a regimului burghez din Romînia, nu s-a realizat decît în anii puterii populare.

Cea de a doua perioadă în activitatea geologică, după 23 August 1944, cuprinde o primă etapă în care a fost lichidată exploatarea capitalistă și etapa ulterioară actului de naționalizare a principalelor mijloace de producție, în care activitatea geologică s-a dezvoltat în cadrul economiei planificate.

Trecerea la economia planificată a ridicat problema asigurării bazei de materii prime pentru dezvoltarea industriei într-un ritm rapid. Această sarcină extrem de importantă nu putea fi rezolvată decît printr-o organizare rațională a activității de prospecțiune și explorare.

S-a trecut, în acest fel, la cartarea geologică a celei mai mari suprafețe de pe teritoriul țării noastre în vederea întocmirii hărții geologice și a conturării zonelor favorabile pentru dezvoltarea lucrărilor de prospecțiune și explorare. O bună parte dintre aceste lucrări s-au executat în apropierea zăcămintelor aflate în exploatare.

Prin combinarea metodelor geologice de prospecțiune cu cele geofizice și geochimice a crescut eficiența cercetărilor geologice, care a avut ca urmare mărirea volumului de rezerve pentru sectoarele cu zăcăminte aflate în exploatare și descoperirea unor zăcăminte în regiunile în care nu a existat pînă acum vreo activitate minieră.

Scanned with OKEN Scanner

Lucrările de prospecțiune și de explorare executate în Poiana Ruscă au permis cunoașterea în detaliu a zăcămintelor de fier aflate în exploatare și descoperirea altor corpuri noi. În Banat au fost identificate zăcămintele de cupru de la Moldova-Nouă și au fost cercetate amănunțit regiunile Dognecea, Oravița, Sasca Montană și Cărbunari. Descoperirea zăcămintelor cuprifere și polimetalice din Carpații Orientali, a zăcămîntului de fier de la Palazu (reg. Dobrogea), a filoanelor și corpurilor de baritină de la Somova (reg. Dobrogea) și Ostra (reg. Suceava), a zăcămîntului de fier de la Căpușul-Mic (reg. Cluj) și a zăcămintelor de gabrou cu titanomagnetit din Munții Drocea sînt exemple care, alături de cele menționate mai sus, reflectă nivelul de dezvoltare al lucrărilor de prospecțiune și explorare pentru minereuri în anii puterii populare.

Deosebit de importante rezultate s-au obținut și în domeniul combustibililor minerali. Încă la sfîrșitul primului plan cincinal nivelul producției de combustibili minerali depășise cu mult nivelul de producție cel mai ridicat realizat în regimul de exploatare capitalist. Față de 1938, producția de cărbune era mai mult decît dublă la sfîrșitul anului 1955 și mai mult decît triplă la sfîrșitul anului 1961.

La sfîrșitul primului plan cincinal, producția de petrol depășise cu aproape 2 milioane tone producția cea mai ridicată obținută în regimul de exploatare capitalistă, iar cea de gaze era în 1955 de aproape 13 ori mai mare decît producția din 1938. În 1961, producția de petrol a crescut cu încă un milion de tone față de 1955, iar cea de gaze naturale reprezintă aproximativ dublul producției din 1955.

Realizările obținute în domeniul economiei planificate au dărîmat ipoteza epuizării în scurt timp a rezervelor de petrol și gaze din țara noastră, ipoteză care circula atît de insistent sub regimul capitalist. Intensa activitate de prospecțiune și explorare a dus la descoperirea de noi rezerve de combustibili minerali în noi provincii de pe teritoriul țării și au deschis perspectiva ca în cuprinsul unităților structurale ale țării să poată fi încă descoperite noi rezerve de petrol, gaze naturale și cărbuni.

Succesele realizate în anii puterii populare se explică prin grija deosebită a partidului și guvernului acordată activității geologice din R.P.R., prin munca deosebită depusă de cadrele de specialiști, cea mai mare parte crescute și educate în școala nouă.

Scanned with OKEN Scanner

Reforma învățămîntului superior și mediu din 1948, înființarea Comitetului geologic în 1950, înființarea institutelor geologice de pe lîngă Academia R.P.R. și de pe lîngă Comitetul geologic, organizarea și dezvoltarea activității geologice și geofizice de pe lîngă departamentele industriei extractive reprezintă numai cîteva din măsurile importante care reflectă atenția deosebită acordată activității geologice din R.P.R. Bogata literatură de specialitate pusă la dispoziție, aparatura și utilajele, formarea de cadre de specialiști la institutele de învățămînt superior sovietic, schimburi de experiență etc. reprezintă numai cîteva din formele în care ajutorul multilateral acordat de către U.R.S.S. s-a manifestat în dezvoltarea activității geologice din perioada de după eliberarea țării.

Succesele realizate pînă acum se explică, așadar, prin elementele enumerate mai sus, la care se adaugă munca deosebită desfășurată de către cadrele de specialiști, în marea majoritate, tinere. Munca lor, alături de aceste elemente, constituie chezășia realizării cu succes a sarcinilor trasate de către Congresul al III-lea al P.M.R. în domeniul lucrărilor geologice de prospecțiune și explorare.

Directivele Congresului al III-lea al Partidului Muncitoresc Romîn în perioada 1960—1965 prevăd un volum mărit de cercetări geologice. Fondurile destinate pentru lucrările geologice vor fi folosite în primul rînd pentru punerea în evidență a rezervelor de minereuri de fier și minereuri neferoase, de țiței, gaze naturale, cărbuni cocsificabili și energetici.

„Pentru mărirea eficienței economice și reducerea cheltuielilor, se vor intensifica lucrările de prospecțiuni geofizice, în special cele seismice, gravimetrice și magnetometrice, astfel ca structurile geologice să fie cît mai bine precizate înainte de a se începe lucrările de explorare".

Acest obiectiv poate fi atins utilizînd pe de o parte cele mai noi cuceriri ale științei în activitatea de cercetare din domeniul geologiei, și pe de altă parte, desfășurînd o muncă susținută, pe baza unei pregătiri profesionale cît mai complete a cadrelor de specialiști și însuflețită de dorința permanentă de a se realiza un progres continuu în desăvîrșirea construcției socialiste din patria noastră.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL II

PROSPECȚIUNEA

A. PREMISELE GEOLOGICE ALE LUCRĂRILOR DE PROSPECȚIUNE

Premisele geologice constituie ansamblul de date geologice necesare orientării lucrărilor de prospecțiune către zonele favorabile identificării unor substanțe minerale utile. Cele mai importante premise geologice sînt : *premisele magmatice, litologice, stratigrafice și structurale.*

Între premise trebuie incluse și toate indicațiile care privesc existența aparițiilor de substanțe minerale utile, în regiunea ce urmează a fi prospectată. Aparițiile la suprafață ale unor substanțe minerale utile (de exemplu, izvoare de petrol, apariții de gaze, strate de cărbuni etc.), ale unor fragmente de roci sau minerale care trădează existența în adîncime a unor substanțe minerale utile, aureolele de difuzie ale acestora și mai ales urmele vechilor exploatări, toate aceste elemente constituie *indicații directe* pentru activitatea de prospecțiune.

Alte indicații privind existența anumitor particularități ale formelor de relief legate genetic de structura geologică de adîncime, existența în regiune a anumitor elemente structurale, a anumitor procese de transformare a rocilor (de exemplu : serpentinizarea, cloritizarea, propilitizarea, sericitizarea, caolinizarea, dolomitizarea etc.), a unei colorații speciale a rocilor sau a unei vegetații legate numai de anumite substanțe minerale constituie *indicații indirecte* pentru activitatea de prospecțiune.

1. Premise magmatice

Premisele magmatice se bazează pe cunoașterea elementelor care indică relațiile de consanguinitate dintre corpurile eruptive și zăcămintele de substanțe minerale utile. Aceasta înseamnă că anumite grupe de zăcăminte de substanțe minerale utile sînt legate genetic de anumite grupe de roci eruptive și că, prin urmare, prezența într-o regiune a unor roci eruptive constituie o indicație pentru a găsi aici anumite zăcăminte de substanțe minerale. Dintre elementele care dau astfel de indicații se menționează : localizarea corpurilor

Scanned with OKEN Scanner

eruptive și a zăcămintelor metalifere în aceeași structură geologică, distribuția zonală a mineralizației, asociația frecventă dintre unele corpuri eruptive și unele zăcăminte de substanțe minerale utile, sincronismul dintre rocile eruptive și substanțele minerale utile, relațiile dintre corpurile eruptive și zăcămintele de substanțe minerale utile formate la aceeași adîncime, intensitatea metamorfismului etc.

Localizarea corpurilor eruptive și a zăcămintelor metalifere în aceeași structură geologică. S-a constatat că, în general, corpurile intrusive bazice, împreună cu zăcămintele legate genetic de acestea sînt localizate pe fracturile din zona axială a geosinclinalului, formate în etapele inițiale de dezvoltare ale acestuia.

Masivele de granite și granodiorite sinorogene și zăcămintele asociate lor sînt dispuse de cele mai multe ori în zonele de anticlinorii. În schimb, corpurile subvulcanice și vulcanice posttectonice, împreună cu zăcămintele pirometasomatice și hidrotermale apar pe fracturile din părțile marginale ale zonei de orogeneză sau de platformă și în punctele de articulație a două regiuni cu mobilitate diferită.

Distribuția zonală a mineralizației. În jurul corpurilor eruptive acide se remarcă deseori o serie de zone concentrice caracterizate printr-o variație sistematică a compoziției mineralogice a mineralizației (fig. 1). Zonele situate mai aproape

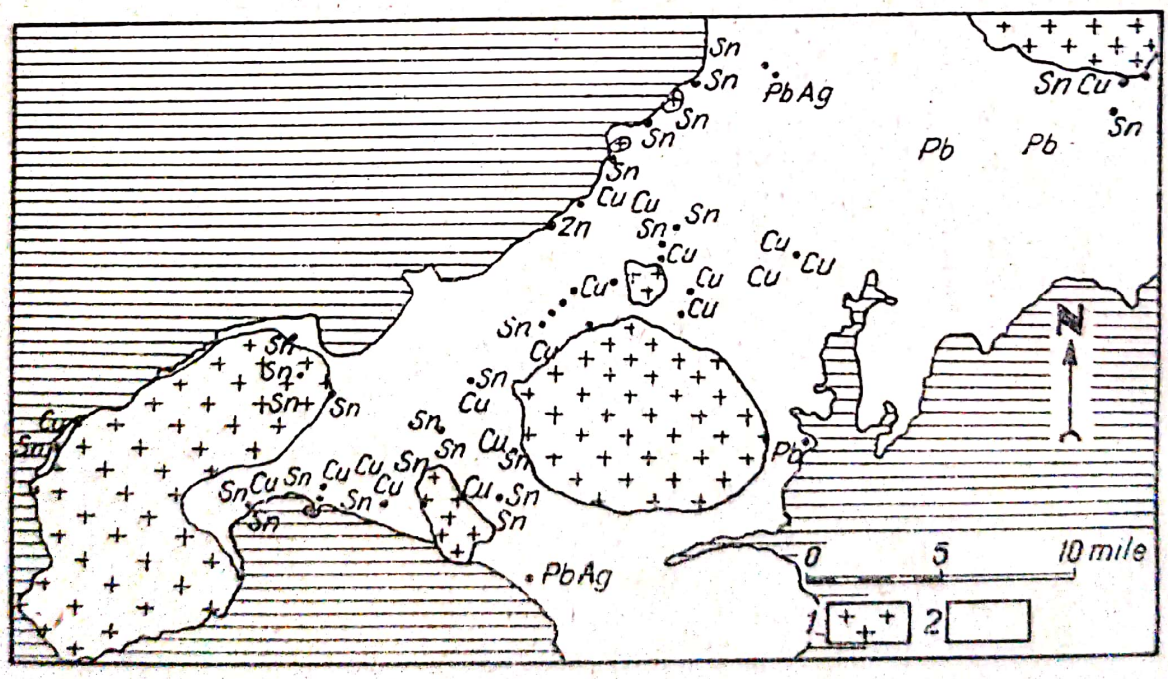


Fig. 1. Distribuția zonală a mineralizației de la Cornwall:
1 — granite; *2* — șisturi paleozoice.

Scanned with OKEN Scanner

de corpul intrusiv conţin asociaţii de minerale de temperatură mai ridicată, iar zonele mai îndepărtate conţin parageneze de temperatură mai scăzută.

Pentru unele zăcăminte este caracteristică dispoziţia asimetrică a acestor zone, datorită dezvoltării lor de preferinţă în formaţiile care constituie acoperişul masei eruptive (fig. 2).

Asociaţia frecventă dintre unele corpuri eruptive şi unele zăcăminte de substanţe minerale utile. Cercetările efectuate în diferite regiuni au relevat faptul că unele substanţe minerale utile sînt intim asociate cu anumite tipuri de roci eruptive. Astfel, cu corpurile eruptive ultrabazice se asociază, în general, zăcămintele de cromit, de platină şi de diamante. De rocile bazice şi produsele lor de diferenţiere, sînt legate zăcămintele de ilmenit, titanomagnetit şi de sulfuri de cupru şi nichel.

Rocilor eruptive acide şi neutre, sinorogene, le sînt asociate o serie de zăcăminte pegmatitice, pirometasomatice şi hidrotermale. Între corpurile eruptive acide şi neutre, cu caracter postectonic, pe de o parte, şi zăcămintele de molibden, bismut, bor, fier, cupru, sulfuri complexe şi auro-argentifere, pe de altă parte, se observă de asemenea o asociaţie frecventă.

De corpurile intrusive alcaline, situate în regiunile de platformă, sînt legate genetic zăcămintele de apatit, tantal-niobiu şi de pămînturi rare. În schimb corpurilor eruptive alcaline din zonele de orogen le sînt asociate unele zăcăminte pirometasomatice şi hidrotermale.

Sincronismul dintre rocile eruptive şi substanţele minerale utile. Existenţa într-o structură geologică a unui corp eruptiv şi a unor substanţe minerale utile legate genetic de acesta indică posibilitatea de a descoperi noi mineralizaţii într-o structură geologică asemănătoare care a avut aceeaşi evoluţie tectonomagmatică.

Relaţiile dintre corpurile eruptive şi zăcămintele de substanţe minerale utile formate la aceeaşi adîncime. Dacă într-o anumită structură geologică există roci eruptive care s-au format la adîncimi mai mari în scoarţă, aceasta înseamnă că şi zăcămintele legate genetic de ele vor conţine parageneze de temperatură ridicată. De asemenea, existenţa într-o structură geologică a unei roci vulcanice sau subvulcanice denotă că mineralizaţiile asociate acestora vor conţine parageneze de temperatură mai scăzută.

Scanned with OKEN Scanner

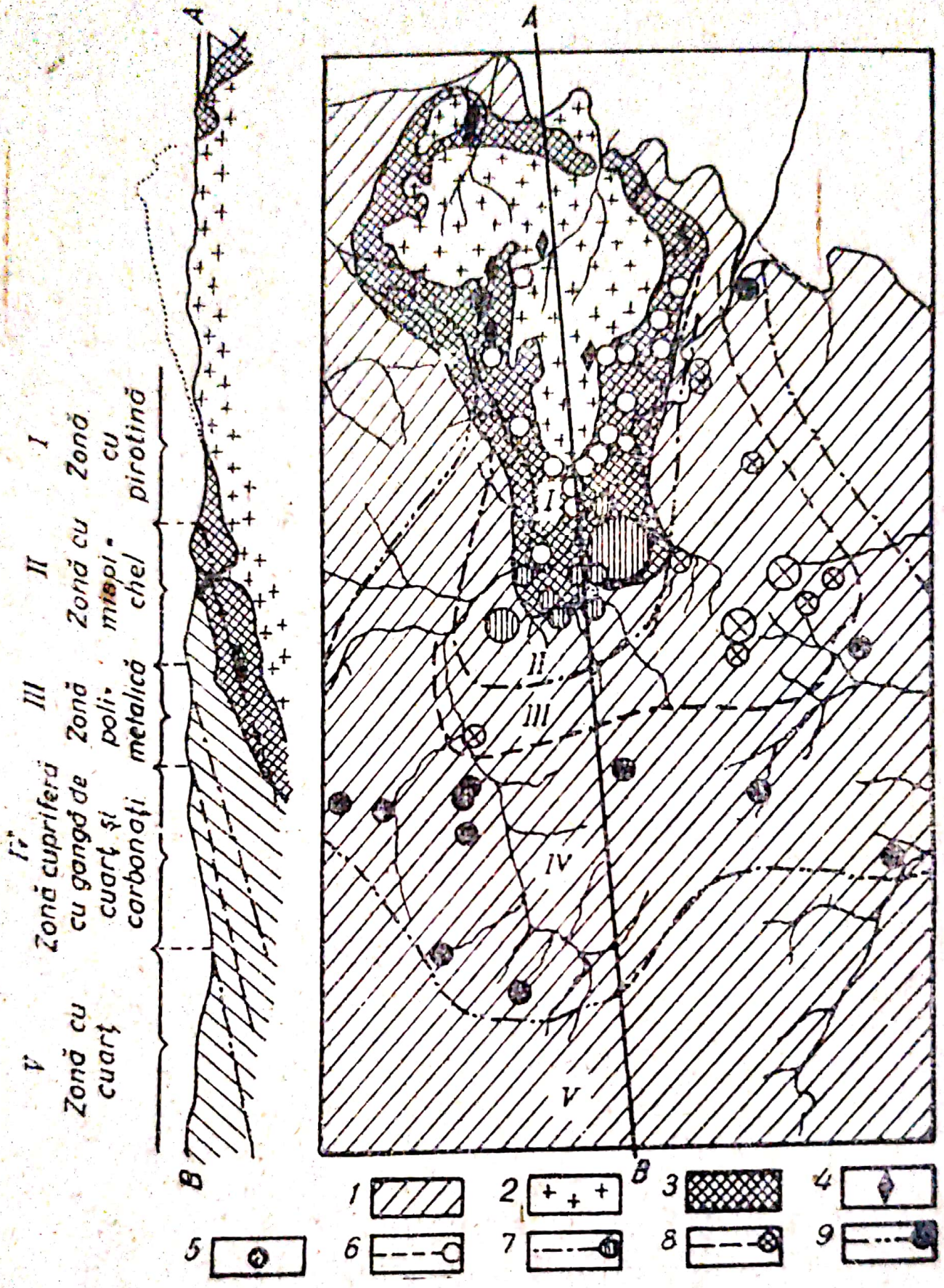


Fig. 2. Dezvoltarea asimetrică a zonelor din jurul unui masiv gigant:
I — V — zone cu mineralizație; *1* — depozite paleozoice; *2* — granite; *3* — aureolă de contact; *4, 5 ... 9* — răspîndirea zăcămintelor în cadrul fiecărei zone.

Scanned with OKEN Scanner

Intensitatea metamorfismului. Prezența într-o regiune a unor roci cu un anumit grad de metamorfism indică faptul că mineralizațiile legate genetic de acestea vor avea același grad de metamorfism.

2. Premise litologice

Premisele litologice au mare importanță mai ales pentru identificarea zăcămintelor sedimentare și postmagnetice.

În cazul zăcămintelor sedimentare de fier, mangan și aluminiu, stabilirea premiselor litologice va începe cu examinarea condițiilor paleogeografice. În cuprinsul regiunilor favorabile unor acumulări de substanțe minerale utile, atenția principală se va concentra asupra zonelor de alterație formate atît pe roci sedimentare cît și pe roci eruptive bazice și ultrabazice. De asemenea, în zonele litorale ale bazinelor marine, unde s-au format cele mai importante zăcăminte sedimentare, trebuie examinate orizonturile corespunzătoare momentelor de transgresiune și regresiune.

Pentru localizarea zăcămintelor postmagnetice, un rol important îl joacă porozitatea și casanța rocilor. Astfel, existența unor roci poroase într-o anumită formație creează condiții optime pentru acumularea unor substanțe minerale utile. De asemenea, rocile traversate de sisteme variate de fisuri constituie sediul unor intense circulații ale soluțiilor hidrotermale și, ca atare, favorizează apariția unor mineralizații bogate.

Unele roci calcaroase prin care circulă soluțiile postmagmatice vor fi substituite metasomatic. Prezența dolomitelor, a calcarelor dolomitice, a calcarelor baritizate sau chiar numai a calcarelor în vecinătatea unui corp eruptiv poate constitui o importantă premisă litologică pentru identificarea unor corpuri metasomatice de fier, plumb, zinc, cupru etc. Indicații importante în această direcție oferă și rocile în care se găsesc sulfuri și substanțe organice, deoarece ele favorizează acumularea unor substanțe minerale utile.

Compoziția litologică reprezintă adesea o indicație directă pentru prospectarea unor zăcăminte de materiale de construcție și, în general, de roci utile, de exemplu, pentru roci carbonatate, pentru gipsuri, argile, nisipuri etc.

Premisele litologice au o deosebită importanță în activitatea de prospecțiune pentru combustibilii minerali și sărurile

Scanned with OKEN Scanner

minerale. Existența în regiune a unor roci de tipul rocilor sursă, a rocilor colector și a rocilor de protecție înseamnă de la început premise pozitive în activitatea de prospectare și explorare pentru petrol și gaze. Prezența depozitelor în facies continental bogate în material vegetal indică existența condițiilor favorabile pentru formarea cărbunilor, după cum prezența pachetelor groase de calcare masive reprezintă un indice negativ pentru cărbuni; în aceeași ordine de idei, prezența într-un complex cărbunos a rocilor efuzive și filoniene reprezintă elemente care scad calitatea cărbunilor.

În sfîrșit, prezența într-o regiune sau într-o formație geologică a faciesurilor lagunare reprezintă de la început o premisă pozitivă în descoperirea unor eventuale depozite de săruri minerale.

3. Premise stratigrafice

Stabilirea premiselor stratigrafice are o importanță deosebită, mai ales în cazul prospecțiunilor efectuate pentru identificarea zăcămintelor de origină sedimentară.

Numeroase zăcăminte de substanțe minerale utile de origine sedimentară, ca, de exemplu: zăcămintele de cărbuni, petrol, fier, mangan, aluminiu, cupru, vanadiu, uraniu, fosfați, argile, gips, săruri minerale etc., sînt legate de serii sedimentare cu o anumită poziție stratigrafică. Recunoașterea în regiunea cercetată a seriilor sedimentare respective constituie de la bun început premise pozitive în activitatea de prospecțiune.

În descifrarea unităților stratigrafice este necesar să se meargă pînă la etaje, orizonturi sau nivele și să se determine și eventualele variații laterale de facies și accidente tectonice, care pot determina dispariția sau efilarea eventualelor zăcăminte.

Formarea multor zăcăminte sedimentare coincide cu momentele de transgresiune și de regresiune, ca de exemplu, unele bauxite, fosforite, minereuri de mangan etc. Fazelor de eroziune le corespund uneori acumulări reziduale de bauxite, mangan, limonite și de silicați de nichel.

Premisele stratigrafice trebuie cunoscute și în cazul prospectării unor zăcăminte hidrotermale, deoarece acumularea substanțelor minerale utile se poate realiza și de-alungul planelor de stratificație, sau prin procesul de substituție metasomatică.

Scanned with OKEN Scanner

În acest fel, cunoașterea zonelor din cuprinsul diferitelor unități stratigrafice, care favorizează localizarea multor tipuri de substanțe minerale utile prezintă o deosebită importanță pentru orientarea lucrărilor de prospecțiuni.

4. Premise structurale

Cunoașterea amănunțită a premiselor structurale reiese din necesitatea descifrării condițiilor de localizare ale substanțelor minerale utile. Premisele structurale sînt importante pentru prospectarea oricărui tip de substanță minerală utilă, dar în mod deosebit pentru zăcămintele hidrotermale, sedimentare și metamorfice.

Zăcămintele hidrotermale se pot localiza în anumite porțiuni ale cutelor, pe fracturi și pe fisuri.

În cazul cutelor, mineralizația se localizează, în general, în bolțile anticlinale, unde apar numeroase fisuri ce ușurează

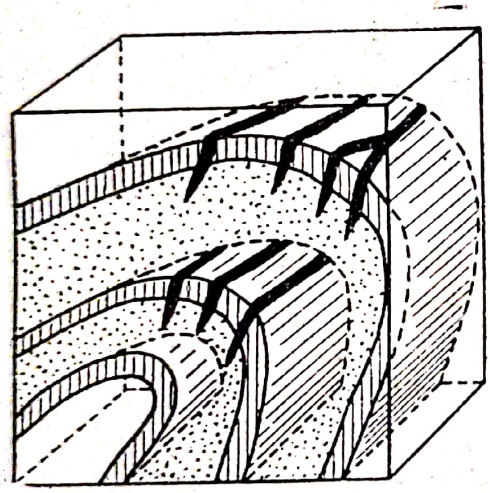


Fig. 3. Localizarea mineralizației pe fisurile din bolta anticlinală a unei cute.

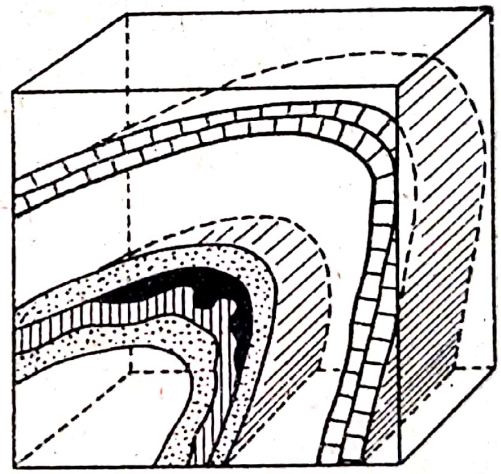


Fig. 4. Localizarea mineralizației în golurile provenite prin exfolierea stratelor.

circulația soluțiilor hidrotermale (fig. 3). În zonele anticlinale și sinclinale se nasc uneori goluri datorită exfolierii stratelor în care se depune mineralizația (fig. 4). Condiții optime pentru localizarea substanțelor minerale utile se creează, de multe ori, și pe flancurile cutelor alcătuite din strate cu plasticitate diferită, unde apar fisuri cauzate de mișcările tectonice (fig. 5).

Scanned with OKEN Scanner

Datorită faptului că soluțiile hidrotermale au tendința de a migra ascendent, posibilitățile cele mai variate de formare a substanțelor minerale utile apar în special în șarniera anticlinalelor și mai puțin în zona axială a sinclinalelor (fig. 6).

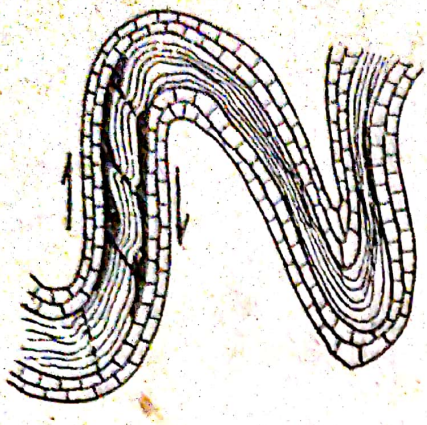


Fig. 5. Depunerea mineralizației în fisurile de pe flancurile unei cute.

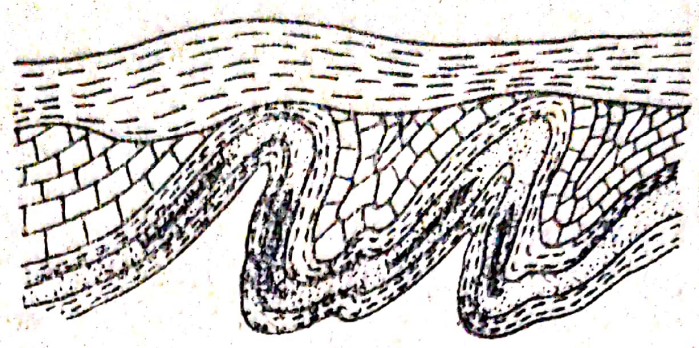


Fig. 6. Deplasarea soluțiilor hidrotermale către șarniera anticlinalului.

Fracturile majore, faliile și liniile de încălecare au un rol deosebit în desfășurarea procesului de mineralizare. În mod obișnuit, corpurile de substanțe minerale utile sînt dis-

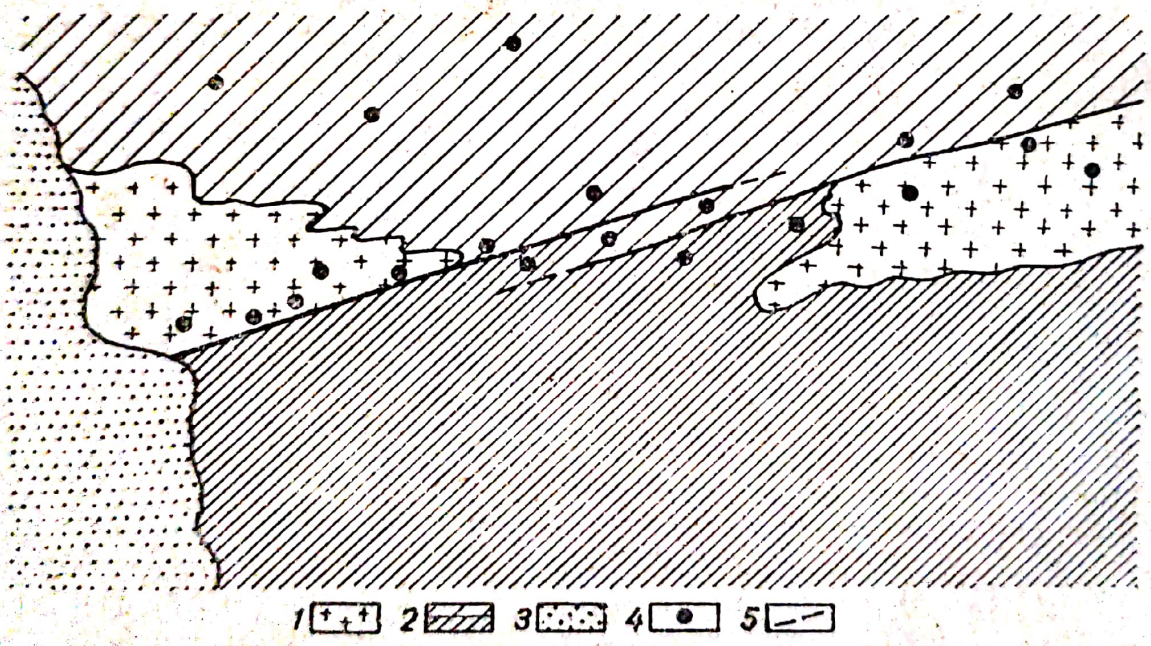


Fig. 7. Dispunerea unor zăcăminte de-a lungul unei fracturi mari:
1 — granit; *2* — roci sedimentare; *3* — depozite recente; *4* — localizarea zăcămîntului; *5* — fractură majoră.

puse oarecum paralel cu aceste elemente structurale, localizîndu-se în formațiile geologice din imediata lor apropiere (fig. 7). În aceste condiții, elementele structurale au asigurat

Scanned with OKEN Scanner

numai circulația soluțiilor hidrotermale, fără să constituie sediul de localizare a diferitelor zăcăminte.

Fracturile mici și sistemele variate de fisuri oferă, de asemenea, posibilități variate de localizare a mineralizației. Într-o anumită regiune, pe lîngă fisurația generală, fină și densă, mai apar și unele fracturi în care mineralizația se depune sub formă de filoane metalifere. În unele cazuri, mineralizația se localizează în fisurația generală a rocii, în special acolo unde aceasta este mai abundentă.

Pentru zăcămintele de minereuri sedimentare și metamorfice sînt importante mai ales elementele structurale ce apar după formarea mineralizației. Din acest punct de vedere, cutele și fracturile au cel mai important rol.

Apariția cutelor imprimă corpurilor de substanțe minerale utile forme deosebite de cele inițiale. Uneori, orizontul purtător de substanțe minerale utile, antrenat la formarea cutelor împreună cu rocile în care este localizat, se poate menține pe distanțe însemnate. De multe ori, în timpul cutării, orizontul cu substanțe minerale utile se efilează pe flancurile cutei și se îngroașă extrem de mult în zona corespunzătoare boltei anticlinale și în zona de sinclinal.

Fracturile determină, în aceste condiții, deplasarea anumitor porțiuni de zăcămînt. Identificarea sensului în care au fost deplasate porțiunile de zăcămînt prezintă o importanță deosebită pentru orientarea lucrărilor de prospecțiune.

Cea mai mare importanță o au însă premisele structurale în lucrările geologice de prospecțiune și explorare pentru petrol și gaze. Formarea zăcămintelor de petrol și gaze este condiționată, printre altele, de existența capcanelor. Majoritatea capcanelor sînt, în special, în zonele geosinclinale, de natură structurală. Teoria anticlinală a constituit multe zeci de ani principala premisă în desfășurarea activității de prospecțiune și explorare pentru petrol și pe baza ei au fost, într-adevăr, descoperite cele mai mari și mai numeroase zăcăminte de petrol și gaze din zonele cutate, în special în zonele afectate de orogeneza alpină. Importanța acestor teorii nu a scăzut nici astăzi, numai că, alături de capcanele de natură structurală, s-a recunoscut și rolul capcanelor de natură stratigrafică sau litologică. În ultima analiză însă, atît capcanele stratigrafice cît și cele litologice sînt condiționate tot de existența evoluției tectonice: suprafețele de discordanță realizate în cazul raporturilor de transgresiune (capcane stratigrafice) sau așezarea în spațiu a zonelor litorale, bogate

Scanned with OKEN Scanner

în colectoare și caracterizate prin schimbări în alcătuirea litologică (capcane de natură litologică), reflectă toate influența factorului structural ca factor principal.

Structura în pînze și solzi a depozitelor flișului sau structurile diapire reprezintă una dintre cele mai expresive forme ale capcanelor structurale și constituie, prin ele însile, premise pozitive în prospectarea și explorarea pentru petrol și gaze.

În aceeași ordine de idei, prezența faliilor în regiunea de investigat reprezintă elemente care au putut contribui efectiv la formarea zăcămintelor de hidrocarburi și deci premise favorabile în activitatea de prospectare și explorare.

B. METODE DE PROSPECȚIUNE

Descoperirea într-o anumită regiune a unor substanțe minerale utile sau recunoașterea în acea regiune a elementelor geologice care condiționează formarea și conservarea unor acumulări, de exemplu, de petrol sau gaze, ce duc la concluzia că existența unor zăcăminte de hidrocarburi este posibilă, se face în faza de prospecțiune cu ajutorul diferitelor metode geologice, geofizice, geochimice, prin foraje sau lucrări miniere, sau prin combinarea unora dintre metodele enumerate.

Metodele geologice de prospecțiune se bazează pe observarea directă a rocilor în deschideri naturale sau artificiale, pe studiul detaliat (în teren și în laborator) al mineralelor care alcătuiesc rocile, al formelor de așezare în spațiu a rocilor, al fragmentelor minerale utile, al concentratelor de minerale grele și al oricăror indicații care pot fi puse în legătură genetică cu substanța minerală utilă căutată.

Toate observațiile făcute în *deschiderile naturale* sau în *deschiderile artificiale* prin săpare de puțuri, șanțuri, galerii etc. sînt reprezentate prin diferite simboluri pe hărți topografice, ajungîndu-se în cele din urmă la întocmirea unor *hărți geologice*. Rezultatele studiului geologic duc deci, în final, la întocmirea hărții geologice a regiunii cercetate, de unde și numirea de *cartare geologică* acordată acestei metode de prospecțiune.

Metodele geofizice de prospecțiune folosesc anumite proprietăți fizice ale rocilor, de exemplu: densitatea, magne-

Scanned with OKEN Scanner

tismul, radioactivitatea, conductibilitatea electrică, conductibilitatea acustică etc., și în funcție de proprietatea fizică luată în considerare, metoda respectivă de prospecțiune este numită gravimetrică, magnetometrică, radioactivă, electrometrică sau seismometrică. Unele din aceste proprietăți fizice sînt cîteodată folosite pentru determinarea *directă* a acumulării de substanțe minerale utile — de exemplu magnetismul pentru zăcămintele de fier, radioactivitatea pentru minereuri de uraniu ; altele sînt folosite pentru determinarea structurii geologice a regiunii respective și a unor anumite condiții sau elemente geologice speciale, care ne permit să presupunem existența în regiunea prospectată a zăcămintelor de substanțe minerale utile. Între aceste metode geofizice *indirecte* se numără gravimetria, electrometria, seismometria etc.

Metodele geochimice de prospecțiune sînt considerate ca metode directe, dar valoarea lor pentru determinarea cu certitudine a acumulărilor de substanțe minerale utile, este încă discutabilă pentru anumite zăcăminte. Ele pot fi metode pedogeochimice, litogeochimice, hidrogeochimice și biogeochimice.

Datele obținute prin cartare sau prin metodele geofizice și geochimice de prospecțiune trebuie completate sau verificate cu anumite *lucrări miniere* sau *de foraj*, înainte de a se trece la faza de explorare. Lucrările miniere completează documentația geologică necesară pentru începerea explorării, iar lucrările de foraj se execută în scopul de a obține date asupra structurii superficiale a unei regiuni lipsită de deschideri naturale *(foraj de prospecțiune* sau *structural de mică adîncime)*, de a verifica anumite elemente structurale semnalate prin metode geofizice *(foraj de prospecțiune* sau *structural adînc)*, de a căpăta informații asupra structurii geologice generale dintr-o regiune (*foraj de referință*) sau chiar de a *descoperi unele substanțe minerale utile* (solide) în zone favorabile, indicate prin alte metode de prospecțiune.

De cele mai multe ori pentru a obține o eficiență cît mai ridicată a lucrărilor de prospecțiune și pentru a proiecta lucrările de explorare în cît mai bune condiții, se folosesc mai multe metode de prospecțiune suprapuse și combinate, în funcție de condițiile geologice, de relief și de specificul fiecărei metode, iar rezultatele obținute prin acest caracter *complex* al activității de prospecțiune duc în final la o eficiență ridicată a lucrărilor de explorare. Cu toate că lucrările de prospecțiune sînt mult mai ieftine decît cele de explorare,

Scanned with OKEN Scanner

suprapunerea și combinarea metodelor menționate mai sus trebuie făcută rațional și în măsura în care este asigurată aplicarea numai a metodelor adecvate condițiilor geologice din regiunea respectivă.

Oricare ar fi metodele de prospecțiune utilizate, trebuie avut mereu în vedere că fiecare dintre ele urmăresc în final rezolvarea unei probleme unice, care este problema geologică: descoperirea substanței minerale utile căutată sau a condițiilor geologice speciale în care poate fi descoperită această substanță.

Așa cum se va vedea și din cele ce urmează, la baza activității de prospecțiune și de explorare pentru oricare substanță minerală utilă se situează cunoașterea cît mai completă a istoriei dezvoltării geologice a regiunii sau teritoriului în care se execută prospecțiunea și explorarea. Răspîndirea în scoarța pămîntului a zăcămintelor de substanțe minerale utile este făcută după anumite legi și este condiționată, în final, tocmai de evoluția geologică a regiunii respectivă. Cunoașterea cît mai completă a structurii geologice actuale și descifrarea condițiilor geologice trecute care au dus la structura actuală reprezintă chezășia cea mai sigură în rezolvarea cu succes a problemelor practice legate de descoperirea acumulărilor de substanțe minerale utile în teritoriul cercetat.

1. Metode geologice de prospecțiune

Metodele geologice de prospecțiune folosesc observarea directă asupra rocilor, asupra așezării lor în spațiu și a raporturilor dintre ele.

Prin aplicarea metodelor geologice de prospecțiune se inventariază toate aparițiile de minerale utile și toate indicațiile care trădează existența substanțelor minerale utile, se studiază raporturile acestor aparții cu rocile înconjurătoare, insistîndu-se în special asupra legăturilor genetice ale lor și se trag concluzii asupra posibilității existenței zăcămintelor de substanțe minerale utile în regiunea cercetată.

Rezultatele observațiilor directe făcute în deschideri naturale sau artificiale, pe fragmente de roci sau pe probe recoltate special pentru analize, sînt sintetizate pe hărți geologice.

Sarcina de întocmire a hărții geologice a R.P.R. revine astăzi Comitetului geologic. Prezentată la scări în general mici (1 : 500 000 — 1 : 100 000), harta cuprinde delimitarea

Scanned with OKEN Scanner

suprafețelor în care sînt răspîndite rocile sedimentare, eruptive și metamorfice și o serie de detalii în interiorul acestor suprafețe : separarea formațiilor sedimentare după vîrstă, indicarea tipurilor diferite de roci eruptive și metamorfice, raporturile dintre diferite unități structurale și, în măsura în care scara hărții permite, indicarea aparițiilor de diferite substanțe minerale utile. O asemenea hartă este de o valoare deosebită pentru înțelegerea dezvoltării geologice a teritoriului țării, pentru aprecierea gradului de perspectivă în descoperirea de bogății minerale în subsolul său și mai ales în planificarea lucrărilor geologice de prospecțiune și explorare menite să descopere aceste bogății minerale în cuprinsul teritoriului țării noastre.

Prospectarea și explorarea zăcămintelor de substanțe minerale utile necesită însă lucrări complexe. În regiunile cu deschideri naturale numeroase (regiunile muntoase și deluroase), lucrările de prospecțiune se execută prin metoda cartării geologice. Această metodă este cea mai indicată pentru asemenea regiuni, pentru că istoria dezvoltării lor geologice și perspectiva de a descoperi zăcăminte de substanțe minerale utile se pot deduce pe bază de observații directe în numeroasele deschideri naturale rezultate de pe urma eroziunii active. În același scop, urmărind distribuția la suprafață a unor fragmente provenite din roci sau din corpul unor substanțe minerale utile, se pot trage concluzii cu privire la existența și chiar delimitarea aproximativă în spațiu a corpului respectiv de substanță minerală utilă.

Rezultate similare se pot obține și din examinarea unor concentrate de minerale grele provenite din probe recoltate direct din aluvionare sau din anumite lucrări miniere sau foraje.

Indiferent de modul de lucru, rezultatul lucrărilor de prospecțiune cu metode geologice este harta geologică. Cartarea geologică apare astfel ca metodă generală de prospecțiune geologică. Se pot totuși separa următoarele tipuri de prospecțiune geologică, respectiv de cartare geologică :

— prospecțiune prin cartare geologică în deschideri naturale și artificiale ;

— prospecțiune prin cartare geologică pe baza fragmentelor ;

— prospecțiune prin cartare geologică pe baza concentratelor de minerale grele.

Scanned with OKEN Scanner

În funcție de gradul de cunoaștere a unei regiuni și de scopul urmărit, prospecțiunea geologică poate avea un caracter *preliminar* sau *de detaliu*.

a. **Prospecțiunea prin cartare geologică în deschideri naturale și artificiale.** Prospecțiunea prin cartare geologică efectuată în deschideri naturale și artificiale urmărește întocmirea hărții geologice a unei regiuni, cu scopul de a descifra structura geologică și condițiile geologice favorabile unor acumulări de substanțe minerale utile.

Cartarea geologică preliminară se face pe hărți la scara 1 : 25 000 — 1 : 20 000 ; harta geologică va cuprinde toate iviriile de substanțe minerale utile descoperite sau cunoscute prin cercetări anterioare. Pentru organizarea lucrărilor de prospecțiune preliminară se utilizează hărțile geologice existente. Dacă prospecțiunile au un caracter de detaliu, cartarea geologică se efectuează la scara 1 : 10 000 — 1 : 1 000. În această fază de prospectare se urmărește descifrarea amănunțită a structurii geologice a regiunii și a condițiilor geologice în care se găsește substanța minerală utilă descoperită. În lucrările de prospecțiune de detaliu se utilizează hărțile geologice întocmite în faza prospecțiunii preliminare și datele existente asupra zăcămintelor cunoscute.

1) *Efectuarea cartării geologice*. În orice regiune, cartarea geologică va începe sistematic numai după ce s-au executat cîteva profile geologice caracteristice, pentru a recunoaște principalele formații și a observa raporturile dintre ele. Cu această ocazie se face și o orientare geografică, identificîndu-se principalele forme de relief și rețeaua hidrografică.

Deoarece deschiderile cele mai bune și cele mai multe se găsesc pe firul văilor și pe creste, itinerariile se aleg de preferință de-a lungul acestora ; urcarea se face pe firul văilor iar coborîrea pe creste.

Punctele de observare geologică din cuprinsul itinerariilor, indicînd direcția și înclinarea stratelor, limita dintre două formații, iviri de roci caracteristice, iviri de mineralizații etc., se notează pe harta topografică și în carnetul de teren chiar în momentul cînd s-a examinat aflorimentul.

Localizarea pe hartă a punctelor de observație se face prin raportarea distanțelor și direcțiilor itinerariilor la punctele cunoscute. Distanța dintre punctele de observație se măsoară cu pasul ; etalonarea pasului se poate face pe șosea sau pe calea ferată, unde sînt indicați hectometrii. Măsurătoarea cu pasul se efectuează în condiții bune pe văi, pe creste cu pante mici și pe drumuri deschise. Pentru cartarea

Scanned with OKEN Scanner

în regiunile cu relief foarte accidentat, unde se obțin diferențe mari față de distanța reală, este necesară și o corectare a măsurilor în funcție de pantă.

Uneori, pentru localizarea punctelor de observație de pe creste se impune și o determinare prin intersecție de vize directe a cel puțin trei puncte cunoscute, care se face de obicei cu busola geologică.

Determinarea topografică a punctelor de observație se poate face și cu altimetrul barometric, care dă suficientă exactitate pentru cartarea geologică. Obișnuit, altimetrul se folosește în porțiunile de teren unde nu există elemente morfologice cunoscute și unde urcușurile și versanții văilor au pante abrupte. Pe văile cu pantă mică și pe creste, utilizarea altimetrului trebuie să se facă cu destulă prudență.

Harta topografică trebuie completată pe teren cu cît mai multe date geologice, deoarece ușurează urmărirea limitelor geologice și permite verificarea pe teren a ipotezelor de lucru.

În carnetul de teren, însemnările trebuie să fie clare și complete, evitîndu-se exprimările confuze. La descrieri se pot folosi prescurtări.

Exemplu de prescurtări pentru roci sedimentare :

cgl	— conglomerat	M	— marnă slab nisipoasă
M	— marnă	Mn	— marnă nisipoasă
Σ	— sare	M(n)	— marnă foarte nisipoasă
Br	— brecie	Am	— argilă marnoasă
Gr	— gresie	Na	— nisip argilos
A	— argilă	Gr. si.	— gresie silicioasă
St	— șist	Cc. n.	— calcar nisipos
Gy	— gips	Cc. cgl.	— calcar conglomeratic
Cc	— calcar	N	— nisip
Cb	— cărbune	T	— cinerit (tuf)

Exemple de prescurtări pentru roci eruptive :

ρ	— riolit	γ	— granit
ψ	— dacit	γσ	— granit alcalin
T	— trahit	γδ	— grandiorit
α	— andezit	σ	— sienit
α_a	— piroclasit (aglomerat)	δ	— diorit
β	— bazalt	ω	— gabbro

Scanned with OKEN Scanner

Unele prescurtări pentru minerale metalifere :

B	— blendă	P	— pirită
G	— galenă	C	— calcopirită

Unele prescurtări pentru culorile rocilor :

c	— cenușiu	v	— verde
n	— negru	(v)	— verzui
r	— roșu, roșcat	br	—brun
ol	— oliv	vi	— violet

Unele prescurtări topografice :

255°	— direcția spre azimutul 255°
dr.E	— pe drum spre est
V.s.	— pe vale în sus
V.j.	— pe vale în jos

Cercetarea deschiderilor naturale și artificiale trebuie să ducă la obținerea unor date *stratigrafice* și a unor *date tectonice*, în vederea identificării formațiilor de care sînt legate aparițiile de substanțe minerale utile și a descifrării structurii lor geologice.

Date stratigrafice. Pentru obținerea datelor stratigrafice se examinează în deschideri toate rocile întîlnite ; făcîndu-se o descriere amănunțită a acestora, se stabilește succesiunea stratigrafică și vîrsta relativă a rocilor.

Descrierea rocilor va cuprinde : numele și compoziția mineralogică a acestora, structura, textura, culoarea în spărtură proaspătă, aspectele alterației, orientarea elementelor detetritice grosiere, natura cimentului, stratificația, șistuozitatea, fauna și în general toate caracterele care deosebesc sau apropie rocile unele de altele. Se va acorda o atenție deosebită planelor de stratificație, planelor de șistuozitate, sistemelor de fisuri și rocilor care dau indicații sau favorizează localizarea unor substanțe minerale utile (cruste de minerale secundare, impregnații de hidrocarburi sau de minerale metalice, strate de cărbuni, concrețiuni de fosfați, marcasită, oolită etc.).

Urmărirea succesiunii stratigrafice se poate face de-a lungul unor văi transversale ce prezintă deschideri cît mai bune și un profil pe cît posibil continuu. Pentru a obține o imagine clară asupra succesiunii stratelor se întocmesc coloane stratigrafice sau profile tip (fig. 8). În acest scop trebuie să se descifreze toate variațiile litologice pe verticală și să se măsoare grosimea stratelor.

Stratele foarte subțiri, de ordinul a cîtorva centimetri, se descriu ca intercalații, dacă apar numai la cîteva nivele

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

într-un pachet foarte gros de roci, sau ca alternanțe, dacă ele apar în aceleași proporții cu alte roci. Unele strate subțiri, caracteristice pot fi considerate repere stratigrafice.

Coloana stratigrafică se desenează la scara 1 : 1 000, 1 : 500, 1 : 200 și mai rar 1 : 100. Pentru a reda și caracterele

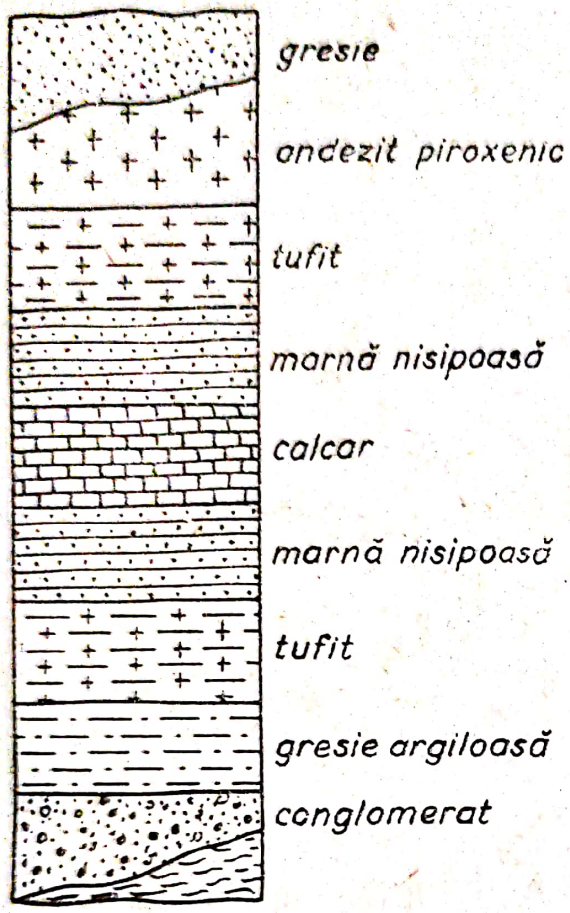


Fig. 8. Coloană stratigrafică.

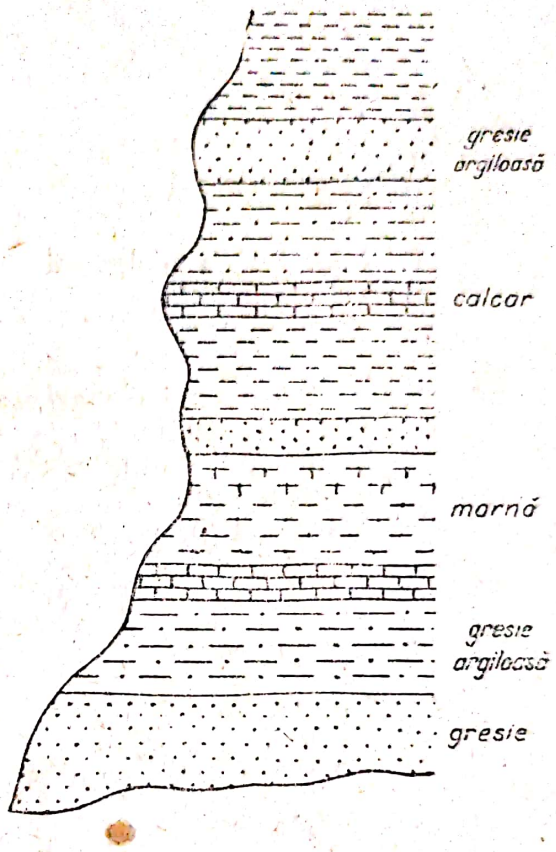
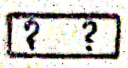


Fig. 9. Coloană stratigrafică cu relief de eroziune.

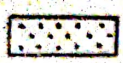
reliefului de eroziune, marginea stîngă a coloanei va avea contur neregulat (fig. 9). Pentru reprezentarea litologiei în coloana stratigrafică sau chiar a diferitelor formații pe hărțile geologice lucrate în haşuri, se folosesc simboluri caracteristice (planșa I). Prin simboluri se reprezintă : aspectul stratificației, indicațiile cu caracter economic și conținutul în faună și floră al rocilor (planșa II).

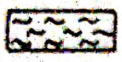
După ce s-a precizat succesiunea stratigrafică urmează să se pună în evidență, în primul rînd, variațiile laterale ale grosimii unor strate sau formații, iar în al doilea rînd modificările litologice și faunistice. Pentru aceasta sînt necesare corelări între strate, care se bazează pe caracterele litologice

Simbolurile formațiilor în coloanele stratigrafice

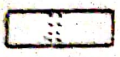


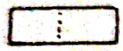
— Formație necunoscută


— Nisip

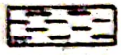

— Marnă (cînd formația constă predominant din marne sau argilă, cînd predomină argilele)

— Marnă foarte nisipoasă


— Marnă nisipoasă

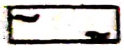

— Marnă slab nisipoasă

— Nisip argilos


— Argilă (cînd marnele sînt date în alb)

— Marne (cînd argila este dată în alb)

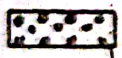
— Marnă slab nisipoasă


— Argilă marnoasă

— Gresie

— Conglomerat

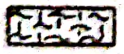
— Gresie conglomeratică

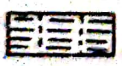

— Pietriș

— Argilă nisipoasă cu intercalații de gresie

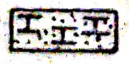
— Brecie

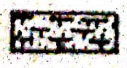
— Calcar stratificat

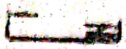

— Calcar marnos


— Calcar compact

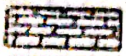
— Calcar nisipos


— Gresie calcaroasă


— Gresie cuarțitică

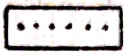

— Argilă cu intercalații de calcar

— Concrețiuni, nodule

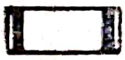

— Dolomit

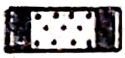
— Cărbune

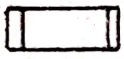
— Strat subțire de cărbune


— Conglomerat cărbunos

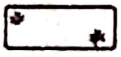
— Lenită de cărbune


— Argilă cărbunoasă

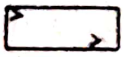

— Nisip cărbunos


— Argilă cu urme de cărbuni

— Sare

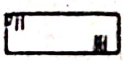

— Argilă saliferă

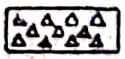
— Gips

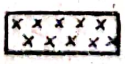

— Argilă gipsiferă

— Anhidit

— Tuf (cinerit)


— Argilă cineritică


— Piatră ponce


— Roci întruzive

— Roci efuzive

— Șisturi cristaline

Scanned with OKEN Scanner

Conținutul rocilor în faună și floră

— Fosile în general
— Urme de plante
— Foraminifere
— Urme de pești
— Oase
— Coralieri

Aspectele stratificației

— Nestratificat
— Slab stratificat
— Bine stratificat
— Strat ondulat
— Stratificație încrucișată
— Iviri de roci, fără a se vedea stratul (blocuri izolate)
— Teren pornit

Indicații cu caracter economic

— Gaze
— Gaze inflamabile
— Vulcan noroios
— Miros de țiței
— Impregnație de țiței
— Izvor de țiței
— Gaze și țiței
— Asfalt
— Izvor de apă dulce
XCO_2 — Izvor carbonatat
XNaCl — Izvor de apă sărată
XFe — Izvor feruginos
XH_2S — Izvor sulfuros
— Puț în general
— Puț de petrol în producție
— Puț de petrol părăsit
— Sondă proiectată
— Sondă în sapă
— Sondă în producție
— Sondă părăsită
gr — Carieră de gresie
— Galerie de mină în exploatare
— Galerie de mină părăsită

ale acestora, poziția față de un orizont reper din cadrul unei succesiuni stratigrafice, vîrsta relativă determinată pe baza unor fosile caracteristice sau indicatoare și chiar unele particularități geomorfologice.

Determinarea vîrstei relative a unor strate sau formații se poate face fie direct, pe baza datelor paleontologice, fie indirect, pe baza intercalării sau suprapunerii stratigrafice într-o succesiune normală de strate a căror vîrstă este cunoscută.

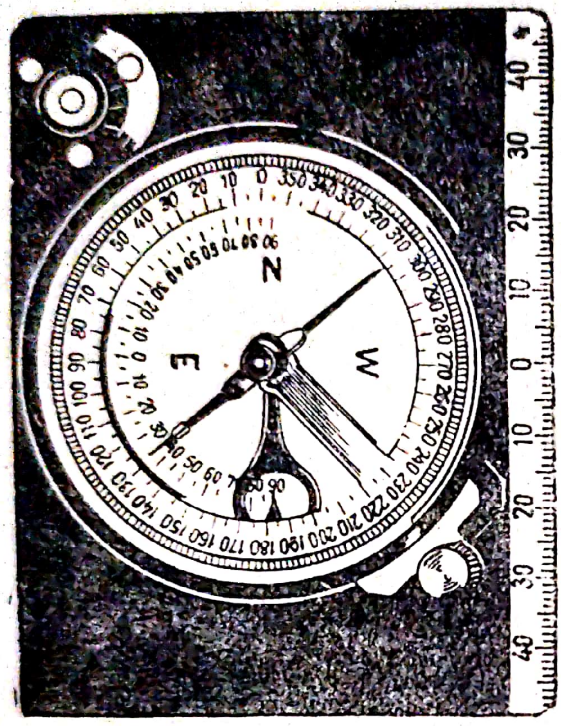


Fig. 10. Busolă geologică.

Date tectonice. Cunoașterea datelor tectonice este deosebit de importantă, în vederea descifrării structurii geologice a regiunii. Datele tectonice rezultă din determinarea poziției în spațiu a diferitelor strate sau formații și a raporturilor dintre ele.

Poziția în spațiu a stratelor se obține prin măsurarea direcției și înclinării acestora cu ajutorul busolei geologice (fig. 10), după următoarele trei sisteme :

— Se așază busola cu latura vest sau est pe strat. Îndată ce s-a asigurat orizontalitatea busolei, se eliberează acul magnetic, care după mai multe oscilații se oprește într-o anumită poziție. Unghiul pe care-l face acul busolei cu direcția nord, reprezintă orientarea direcției stratului. Deoarece citirea se face de la nord spre est sau spre vest, valorile orientării vor fi cuprinse între 0° și 90° E sau 0° și 90° V.

Înclinarea stratului se măsoară cu busola așezată în poziție verticală și anume cu latura sa estică pe linia de cea mai mare pantă a stratului, adică perpendicular pe direcție. Prin citirea poziției clinometrului pe cadranul gradat, se obține unghiul de înclinare al stratului. Sensul înclinării se notează prin inițialele punctului cardinal spre care cade stratul. Rezultatele măsurării se înregistrează în carnetul de teren sub formă de fracție, ca de exemplu, N55V/75°SE. Pe hartă, direcția și înclinarea stratului se reprezintă prin semne convenționale (fig. 11).

Scanned with OKEN Scanner

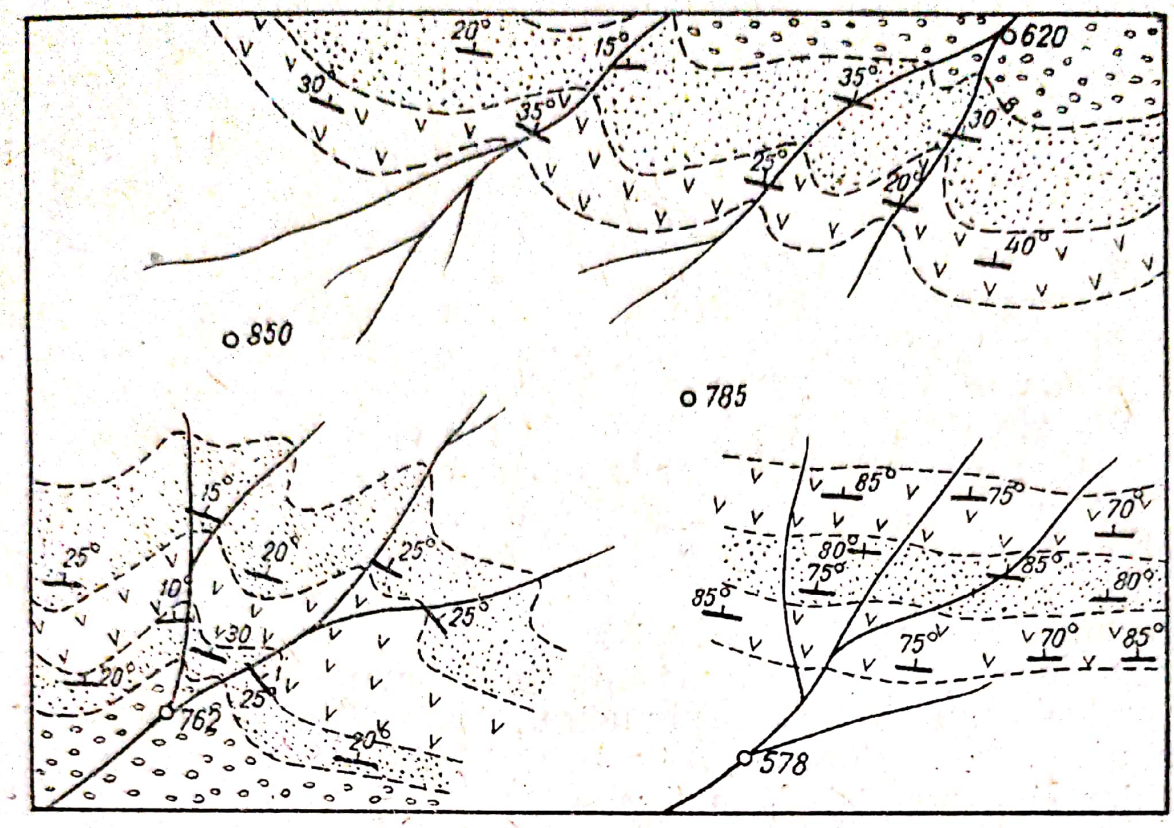


Fig. 11. Schița de hartă cu poziții de strat și limite de formații.

Valoarea unghiului de înclinare poate constitui un criteriu de clasificare a stratelor și anume :

— strate cu înclinare mică : $\delta < 25°$;

— strate cu înclinare medie : $\delta = 25—45°$;

— strate cu înclinare mare : $\delta = 45—90°$.

— Într-un alt procedeu se măsoară direct azimutul direcției ; busola se așază pe strat cu latura sa estică și se citește gradația indicată de polul nord al acului magnetic. Valoarea înclinării se măsoară cu clinometrul. Scăzînd 90° din valoarea azimutului direcției se obține sensul înclinării stratului. Înregistrarea în carnetul de teren se face tot sub formă de fracție, de exemplu, 250°/40° ; prima cifră reprezintă azimutul direcției, iar a doua valoarea unghiului de înclinare.

— În cel de-al treilea sistem, se citește direct azimutul sensului de înclinare a stratului. Busola se așază cu latura sud pe strat și azimutul înclinării se citește tot la polul nord al acului magnetic. Direcția stratului se obține ca și în al doilea sistem, scăzînd 90°[1] din valoarea azimutului înclinării.

[1] Cînd se lucrează cu busole centesimale, se va scădea 100°.

Prin aceleași procedee se măsoară poziția unui plan de falie, a unui filon sau a unui contact dintre două formații.

Dacă stratele au înclinări foarte mici, de circa 2—3°, măsurarea poziției acestora cu busola geologică dă erori destul de mari. În acest caz, direcția și înclinarea stratelor se măsoară și se determină grafic, pe baza ridicărilor topometrice pe un strat reper.

Măsurarea poziției stratelor devine destul de dificilă în cazul stratificațiilor încrucișate, cutelor mărunte secundare și stratelor curbate. În astfel de situații trebuie urmărită cu multă atenție stratificația generală din afloriment și apoi se va măsura poziția stratului în raport cu aceasta.

Pentru a determina poziția unui strat, mai este necesar să se precizeze fața superioară și fața inferioară a acestuia, adică să se arate dacă el se găsește în poziție normală sau răsturnată. Identificarea feței superioare și a feței inferioare a stratului se face prin urmărirea fenomenului de sedimentație ritmică a stratificațiilor încrucișate, a poziției hieroglifelor și a mecanoglifelor ; astfel de indicații oferă, în unele cazuri, chiar și suprafețele structurale.

Prin descifrarea acestor elemente se ajunge la determinarea discontinuităților de sedimentare, discordanțelor unghiulare a sistemelor de fracturi, a cutelor și încălecărilor, care prezintă o deosebită importanță, deoarece ele indică condițiile și mecanismul de formare a structurii geologice. Unele dintre aceste elemente pot fi identificate pe teren, altele reies din interpretarea hărții geologice.

Discontinuitățile de sedimentare și discordanțele unghiulare trebuie identificate și urmărite cu multă atenție, pentru că ele definesc în timp fazele de transgresiune marină și fazele de orogeneză și epirogeneză. De cele mai multe ori, depozitele din baza ciclurilor sedimentare transgresive sau din partea finală a acestora conțin numeroase zăcăminte sedimentare.

Identificarea *fracturilor* ajută la reconstituirea structurilor și la cunoașterea condițiilor de localizare ale zăcămintelor hidrotermale sau zăcămintelor de petrol și gaze. Fracturile se împart în trei categorii : falii, fisuri și clivaje. În cazul faliilor este necesar să se precizeze compartimentul căzut, caracterul acesteia, denivelarea stratigrafică pe verticală, existența oglinzilor de frictiune și direcția sgîrieturilor pe ele. Dacă în jurul planului de falie apare o zonă cu brecifieri intense, se va stabili grosimea acesteia, raporturile cu

Scanned with OKEN Scanner

cele două compartimente și raporturile stratigrafice. De asemenea, la o falie se vor mai preciza extinderea sa, relațiile sale cu cutele, cu stratificația generală, cu diferitele sisteme de fracturi și indicațiile despre existența unor mineralizații.

Fisurile de origine tectonică din formațiile sedimentare și cristaline sînt deosebit de importante pentru lucrările de prospecțiune. Ele pot fi transversale, direcționale sau oblice față de direcția stratelor. În unele cazuri, fisurile de origine tectonică au extinderi mari, în alte cazuri ele se dezvoltă numai pe cîțiva metri. Densitatea lor este de asemenea destul de variabilă — de la distanțe foarte mari între ele, la cîțiva centimetri sau decimetri, cînd formează o rețea fină și densă. Pe acestea sînt localizate mineralizațiile hidrotermale.

Uneori în jurul unei fisuri principale se găsesc diferite fisuri secundare, numite fisuri de sprijin. Ele sînt orientate paralel cu fisura principală sau formează un anumit unghi cu aceasta. În zona cu fisuri de sprijin apar cîteodată volburi, stockuri și corpuri metasomatice, datorită circulației intense a soluțiilor hidrotermale. Fisurile de sprijin sînt importante și pentru descifrarea poziției unui zăcămînt tectonizat.

Clivajul este o proprietate a rocilor de a se desface după anumite suprafețe paralele. De-a lungul acestor plane de discontinuitate, mineralele se pot orienta sau recristaliza în cazul cînd mișcările diferențiale au fost de intensitate mare.

La corpurile intrusive trebuie făcută o distincție între sistemele de *fisuri primare* și cele *secundare*, pentru a putea descifra unele particularități privind localizarea substanțelor minerale utile.

Fisurile primare se nasc după consolidarea zonelor periferice ale masei magmatice și sînt determinate de același cîmp de forțe care a contribuit la intrusiunea magmei. Obișnuit, în aceste fisuri se formează atît dykurile și filoanele de aplite sau pegmatite, cît și filoanele hidrotermale.

Fisurile secundare se datoresc mișcărilor tectonice ce se manifestă după formarea corpului intrusiv. Ele se extind pe suprafețe mari și prezintă multe asemănări cu elementele structurale din formațiile înconjurătoare. Pe aceste fisuri se localizează deobicei mineralizațiile hidrotermale.

Cercetarea sistemelor de fisuri și în general a tuturor elementelor structurale din rocile eruptive, sedimentare și metamorfice prezintă o deosebită importanță pentru lucrările de prospecțiune, deoarece ele conțin cele mai variate tipuri

Scanned with OKEN Scanner

de zăcăminte pegmatitice, pneumatolitice și hidrotermale. Aceasta se face prin *analiza microtectonică*, care trebuie să însoțească prospecțiunea prin cartare geologică.

Pentru identificarea zăcămintelor lichid magmatice este important de a pune în evidență mai ales *foliația* și *liniația* din corpurile intrusive bazice și metabazice, care reprezintă elemente structurale primare, ce apar în faza de curgere (pretectonică), cînd are loc procesul de cristalizare a magmei.

Foliația se caracterizează prin orientarea mineralelor și enclavelor în planul de curgere a magmei. Liniația se caracterizează prin aranjamentul liniar al mineralelor, cînd axele lungi ale acestora devin paralele cu direcția de curgere a magmei.

De-a lungul acestor două elemente structurale, se dispun de obicei minereurile de crom, platină, fier etc., formînd diseminări, cuiburi sau lentile. Cercetările în această direcție se efectuează prin metode microstructurale, care trebuie de asemenea să însoțească prospecțiunea prin cartare geologică. Rezultatele care se obțin prin aceste cercetări vor fi utilizate la întocmirea *hărții structurale* a masivelor eruptive.

Cutele sînt accidentele tectonice cele mai obișnuite și prezintă dimensiuni variabile. Pentru descifrarea cutelor se impune, de cele mai multe ori, urmărirea poziției stratelor pe suprafețe mari. La o cută trebuie să se precizeze : forma, dimensiunile, axa cutei, poziția planului axial, relațiile sale cu cutele învecinate, cu fracturile, cu topografia.

Solzii și pînzele sînt accidente tectonice de amploare mai mare, care apar prin încălecarea unor pachete mari, de roci mai vechi, peste formații mai tinere. În cazul pînzelor, este necesar să se urmărească mersul liniei de încălecare, poziția planului de încălecare, poziția cutelor din pînză față de cele din autohton etc.

2) *Unele indicații pentru descoperirea substanțelor minerale utile*. Punerea în evidență a multor substanțe minerale utile este ușurată prin folosirea atît a indicațiilor naturale, legate de procesele de formare și de transformare a zăcămintelor, cît și a indicațiilor culese de la localnici, cunoscute ca urmare a unei vechi activități miniere într-o anumită regiune. Aceste indicații trebuie folosite cu destulă prudență, deoarece fiecare zăcămînt prezintă anumite particularități.

Indicații naturale. Prezența unor substanțe minerale utile într-o structură geologică este trădată, uneori, în mod direct, alteori în mod indirect, de către anumite elemente descoperite

Scanned with OKEN Scanner

în timpul cartării geologice. În primul caz, elementele respective reprezintă indicații naturale directe, iar în al doilea caz, ele constituie indicații naturale indirecte.

Indicații naturale directe. Cele mai importante indicații naturale directe sînt : ivirile de petrol și gaze naturale la suprafață, aflorimentele de cărbuni, gips, calcare etc. ; transformările din zona de oxidație, fragmentele cu minerale utile, concentratele de minerale grele, mîlurile din albia cursurilor de ape și izvoarele de ape minerale.

— *Ivirile de petrol și gaze* la suprafață reprezintă o mărturie directă a unui zăcămînt de hidrocarburi în adîncime, fără însă a se putea preciza din primul moment dacă poziția acestuia este pe verticala locului de apariție, sau undeva lateral. În general asemenea apariții la suprafață reprezintă semne de degradare parțială a zăcămîntului. Descifrarea condițiilor geologice și descoperirea zăcămîntului nedegradat rămîne în sarcina lucrărilor de prospecțiune și explorare, dar ivirile de hidrocarburi la suprafață constituie indicații naturale valoroase în ansamblul acestor lucrări.

— *Stratele de cărbuni, gips, calcare, gresii* etc. constituie, prin apariția lor în deschiderile naturale, semnul direct al existenței unor zăcăminte de cărbuni sau de roci utile.

— *Transformările din zona de oxidație.* Transformările cele mai intense și mai caracteristice care au loc în zona de oxidație le suferă zăcămintele de sulfuri. Prin oxidarea acestora se naște pălăria de fier, care prezintă o deosebită importanță pentru prospecțiunea geologică. Culoarea pălăriei de fier, uneori galben-brună, alteori cu nuanțe vii, caracteristice mineralelor oxidate (tabela 1), atrage atenția prospectorului asupra zonelor în care se găsesc anumite substanțe minerale

Tabela 1

Culoarea pălăriei de fier

Culoarea	Mineralele oxidate
Galben, brun, maro, roșu	hematit, limonit
Verde, albastru	azurit, malachit
Negru	oxizi de mangan
Roz	eritrină
Verzui	annabergit, garnierit
Galben	bismutit
Galben deschis	molibdit, wulfenit
Gălbui, portocaliu	cervantit, senarmontit

Scanned with OKEN Scanner

utile. Pentru descifrarea naturii mineralizației primare se cercetează cît mai amănunțit textura pălăriei de fier, mineralele primare relicte și mineralele secundare tipomorfe.

În general, texturile sînt destul de caracteristice pentru identificarea unor minerale primare, ca, de exemplu, galenă, blendă, calcopirită, tetraedrit etc. (fig. 12).

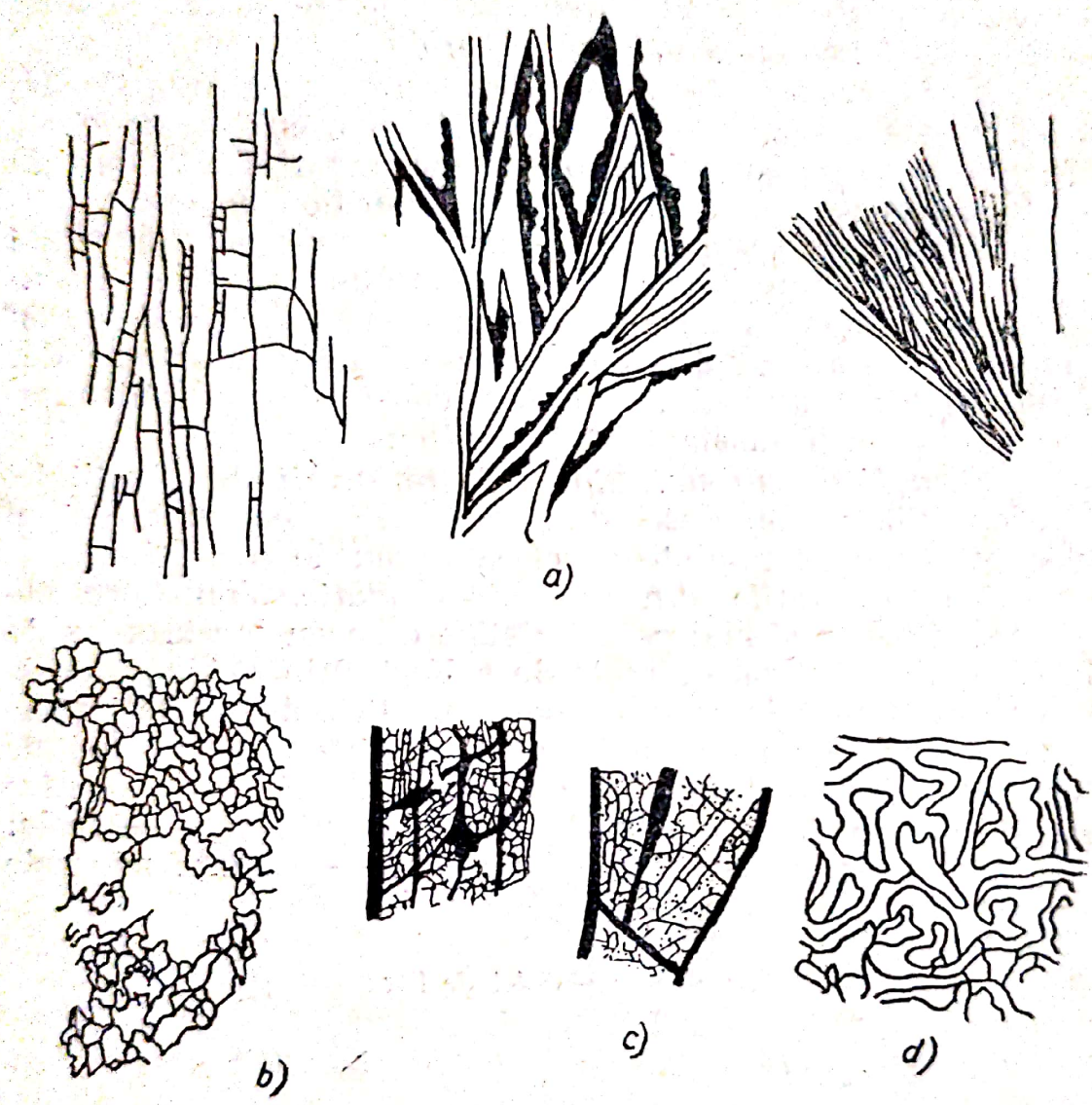


Fig. 12. Diferite texturi de pălării de fier:
a — galenă; *b* — blendă; *c* — calcopirită; *d* — tetraedrit.

Unele minerale primare se conservă destul de bine în timpul procesului de oxidare, datorită crustelor de minerale secundare ce se formează pe suprafața lor. În aceste condiții se poate găsi galena, care este protejată de o crustă de anglezit sau ceruzit. Aceste minerale relicte dau indicații importante asupra naturii mineralizației.

Scanned with OKEN Scanner

Mineralele secundare tipomorfe oferă de asemenea unele indicații referitoare la natura mineralizației. Astfel, annabergitul și eritrina indică, aproape fără excepție, prezența arseniurilor de nichel și cobalt; malachitul, azuritul, cupritul, tenoritul și calcanitul indică sulfuri bogate în cupru, ca, de exemplu: calcopirită, bornit, calcozină etc.

— *Fragmentele cu minerale utile.* Prin examinarea în mod sistematic a fragmentelor cu minerale utile din depozitele aluvionare, eluviale și deluviale, se obțin informații asupra caracterului substanței minerale utile și a distanței pînă la afloriment.

Caracterul mineralizației se poate preciza prin urmărirea asociațiilor de minerale utile cu minerale de gangă. Distanța pînă la afloriment se apreciază în funcție de forma, dimensiunile și greutatea specifică a fragmentelor. De obicei, fragmentele din apropierea aflorimentului sînt colțuroase și cu dimensiuni relativ mari. În schimb, fragmentele transportate la distanțe foarte mari de afloriment sînt mai rotunjite și au dimensiuni mici.

— *Concentratele de minerale grele.* Indicații asupra existenței unor substanțe minerale utile într-o anumită regiune se obțin și prin examinarea concentratelor de minerale grele. Unele minerale grele indică în mod direct tipul de substanță minerală utilă, ca, de exemplu: aurul, platina, cinabrul, casiteritul, wolframitul, magnetitul, monazitul, zirconul, cromitul, diamantul etc. Alte minerale grele indică în mod indirect prezența substanțelor minerale utile. Astfel, berilul și topazul constituie mineralele indicatoare pentru zăcămintele de wolfram și staniu, iar piropul pentru cele de diamant.

— *Mîlurile din albia cursurilor de apă.* Depozitele de mîluri argiloase din albia minoră sau majoră a cursurilor de apă conțin o serie de elemente indicatoare pentru zăcămintele existente în regiune. Prin colectarea probelor informative din aceste mîluri și analizarea lor rezultă o serie de date care servesc ca indicații în prospecțiunea geologică.

— *Izvoarele de ape minerale.* Uneori apele minerale, pe lîngă faptul că ele însăși formează obiectul prospecțiunilor, oferă informații prețioase asupra zăcămintelor prin care circulă. Ele atrag atenția în special asupra unor zăcăminte de fier, cupru, pirită etc., asupra unor depozite saline sau a unor zăcăminte de hidrocarburi.

Unele indicații asupra zonelor mineralizate se obțin și prin probarea apelor din cursurile rîurilor, bălți, fîntîni etc.

Scanned with OKEN Scanner

Indicații naturale indirecte. Dintre indicațiile naturale indirecte se menționează : diferitele transformări ale rocilor, unele specii de plante și formele de relief caracteristice.

— *Diferitele transformări ale rocilor.* Trasformările rocilor determinate de procesele care generează corpurile de substanțe minerale utile pot oferi uneori anumite indicații pentru cercetarea diferitelor structuri geologice. Aceste transformări sînt deosebit de evidente și de caracteristice la rocile în care s-au localizat zăcămintele postmagmatice.

Transformările pneumatolitice care dau naștere *skarnelor* constituie un bun indiciu pentru descoperirea zăcămintelor de fier, wolfram, molibden, staniu, polimetalice, cupru etc. Principala condiție geologică pentru formarea skarnelor este prezența rocilor calcaroase în vecinătatea unor corpuri intruzive acide, neutre sau alcaline. Faptul că skarnele se dezvoltă de-a lungul contactului dintre corpul intruziv și rocile înconjurătoare, extinzîndu-se în acestea din urmă pe o lățime de cîțiva zeci sau sute de metri, mai rar 1,5—2 km, reprezintă cea mai importantă indicație pentru orientarea lucrărilor de prospecțiuni.

Uneori, tipul de mineralizație din skarne poate fi indicat de apariția anumitor minerale caracteristice. Astfel, cu granați de compoziție andraditică se poate asocia o mineralizație de fier, polimetalică și de cobalt ; cu granați de compoziție andradit-grosular se asociază o mineralizație de cupru și wolfram, iar cu granați în care predomină grosularul apare, în general, o mineralizație de wolfram.

Prezența în skarne a unei cantități mai mari de piroxen decît de granat indică perspective favorabile pentru identificarea unei mineralizații de fier, wolfram, plumb și zinc.

Dacă piroxenii au caracter manganifer, acestora li se asociază de preferință o mineralizație polimetalică, iar dacă piroxenii sînt reprezentați prin varietatea hedenbergit, există posibilitatea de a identifica o mineralizație de fier.

Prezența sulfurilor în masa skarnelor este trădată de dezvoltarea epidotizărilor, actinolitizărilor și cloritizărilor.

Greizenizarea este o indicație pentru descoperirea zăcămintelor de staniu, wolfram și uneori de molibden, beril, bismut etc. Pentru identificarea mineralizațiilor se va acorda o atenție deosebită fracturilor și sistemelor de fisuri din părțile marginale ale corpurilor eruptive, deoarece în aceste zone apar depunerile filoniene și impregnațiile metalifere.

Mineralele tipomorfe din greizene dau uneori informații asupra tipului de mineralizație. Astfel, dezvoltarea topazului

Scanned with OKEN Scanner

și turmalinei în greizene indică o mineralizație de staniu, iar a fluorinei, denotă prezența unei mineralizații de wolfram.

Silicifierea reprezintă procesul care însoțește cele mai variate tipuri de zăcăminte. În general, silicifierea prezintă un aspect destul de obișnuit, ce se manifestă prin pătrunderea intimă a soluțiilor hidrotermale în rocile înconjurătoare, îmbogățindu-le în cuarț și calcedonie. Cele mai multe zăcăminte epitermale sînt însoțite de astfel de silicifieri.

În unele cazuri, procesul de silicifiere poate duce la formarea cuarțitelor secundare și a jasperoidelor, care prezintă o deosebită importanță pentru prospecțiune.

Cuarțitele secundare, provenite în deosebi prin silicifierea metasomatică a rocilor acide, constituie uneori o indicație pentru descoperirea zăcămintelor de corindon, andaluzit, diaspor, profilit, caolinit etc., iar cele rezultate prin silicifierea rocilor neutre reprezintă o indicație pentru identificarea unei mineralizații cuprifere, polimetalice, auro-argentifere, de mercur etc.

Jasperoidele provin prin silicifierea calcarelor și oferă indicii referitoare la existența unor zăcăminte metasomatice de plumb și zinc sau de baritină.

Sericitizarea poate constitui un indiciu bun pentru identificarea zăcămintelor cuprifere-polimetalice, auro-argentifere etc. Ea afectează atît rocile eruptive acide și neutre, cît și rocile eruptive bazice *propilitizate* ; în ultimul caz, trebuie să existe un aport de alcalii în soluțiile hidrotermale. Sericitizarea poate afecta de asemenea și rocile sedimentare cu ciment argilos.

În cazul cînd sericitul are caracterele unui muscovit, sericitizarea dă indicații asupra unor mineralizații de temperatură ridicată, cum sînt cele de aur din berezite sau cele de staniu și de wolfram. Dacă sericitul are compoziția unui fengit, indicațiile sînt pentru o mineralizație de temperatură medie, ca, de exemplu, cupriferă, polimetalică etc. Faciesurile sericitice de temperatură scăzută au în general cuarțul mărunt și denotă prezența unor mineralizații auro-argentifere.

Sericitizarea atrage atenția prospectorului prin dezvoltarea unor faciesuri de culoare mai deschisă, pe fondul general al rocilor cu o culoare mai închisă.

Cloritizarea oferă indicații pentru descoperirea unor substanțe minerale utile numai atunci cînd este determinată de soluțiile hidrotermale. În aceste condiții, ea se asociază intim cu silicifierea, sericitizarea și chiar cu turmalinizarea. Caracterul cloritului poate constitui un indiciu pentru identificarea

Scanned with OKEN Scanner

unor mineralizații. Astfel, cloritele ferifere apar, în general, în apropierea unor zăcăminte de staniu, asociate cu sulfuri. Cloritele magnezo-ferifere se găsesc împreună cu o mineralizație cupriferă sau auriferă. De asemenea, cloritele magneziene indică prezența unor zăcăminte polimetalice și cuprifere.

Propilitizarea dă unele indicii referitoare la prezența zăcămintelor polimetalice și auro-argentifere într-o anumită structură geologică. Există cazuri destul de frecvente cînd propilitizarea nu mai oferă nici o indicație pentru prospecțiune, datorită dezvoltării sale pe suprafețe mari.

Peste procesul de propilitizare se suprapunea adesea sericitizarea, caolinizarea, adularizarea, zeolitizarea silicifierea etc.

Caolinizarea constituie uneori o indicație pentru descoperirea zăcămintelor cuprifere, polimetalice, de caolin etc. Pentru caolinizarea hidrotermală este caracteristică apariția caolinitului, dickitului și nacritului, care denotă prezența unor mineralizații de cupru, plumb și zinc, mercur, stibiu, fluorină etc. În cazul caolinizării determinată de acțiunea apelor de infiltrare este specifică asociația halloysit, alunit și jarosit, ce indică prezența unor zăcăminte de sulfuri și de caolin.

Dolomitizarea reprezintă procesul care însoțește unele zăcăminte de plumb și zinc, de baritină, fluorină, magnezit și siderit. Pentru orientarea lucrărilor de prospecțiune o importanță deosebită o au dolomitele hidrotermale de culoare albă, care apar sincron cu mineralizația.

Baritizarea dolomitelor și a calcarelor oferă cele mai bune indicații pentru descoperirea zăcămintelor polimetalice și a zăcămintelor de baritină.

În unele cazuri, o deosebită importanță mai prezintă și procesele de serpentinizare, adularizare, piritizare, zeolitizare, lisvenitizare, scapolitizare și limonitizare.

— *Unele specii de plante.* Există unele specii de plante care acumulează anumite elemente din sol. Dezvoltarea lor mai abundentă într-o anumită regiune atrage atenția asupra unor acumulări de substanțe minerale utile. Dintre aceste plante se menționează : *Amorpha canescens*, indicatoare pentru cupru și plumb ; *Viola tricolor*, indicatoare pentru zinc ; *Digitalis purpurea* și *Fucus vesiculosus*, indicatoare pentru mangan ; *Equisetum arvense* și *Equisetum palustre*, indicatoare pentru aur ; *Lonicera confusa*, indicatoare pentru argint etc.

Scanned with OKEN Scanner

Alte specii de plante suferă o serie de transformări vizibile, datorită existenței în sol a anumitor microelemente care creează condiții nefavorabile dezvoltării lor. Astfel, prezența filoanelor metalifere în zonele de cultivare a cerealelor este trădată de închiderea sau deschiderea coloritului frunzelor plantelor. Prin urmare, regiunile în care plantele suferă modificări vizibile trebuie cercetate amănunțit, deoarece aceste aspecte pot fi determinate de unele acumulări de substanțe minerale utile.

— *Formele de relief.* Unele indicații pentru descoperirea substanțelor minerale utile le oferă și formele de relief. De multe ori, formele de relief pozitive sînt caracteristice zăcămintelor cu o rezistență mai mare la procesul de alterație decît rocile înconjurătoare. Ele dau uneori indicații asupra existenței filoanelor hidrotermale, cuarțitelor cu magnetit etc. Alte forme de relief reprezintă elemente structurale (anticlinale, domuri) în care este posibilă descoperirea unor zăcăminte de petrol sau gaze.

Indicații culese de la localnici. O importanță deosebită pentru orientarea lucrărilor de cartare geologică au și indicațiile culese de la localnici, referitoare la activitatea minieră desfășurată în trecut într-o anumită regiune. Aceste indicații se bazează pe existența unor puțuri sau sonde vechi, a unor lucrări miniere și halde vechi, pe urmele vechilor furnale, pe descoperirile arheologice, pe denumirile de localități etc.

Informații prețioase asupra existenței unor substanțe minerale utile se mai pot culege din arhive, cronici, muzee geologice regionale etc. De asemenea populația locală, vînătorii și excursioniștii pot aduce date extrem de utile pentru prospecțiunea geologică.

3) *Luarea probelor.* În faza cercetării aflorimentelor naturale și artificiale se recoltează probe petrografice și chimice necesare determinărilor de laborator.

Orice probă petrografică trebuie să cuprindă asociațiile caracteristice de minerale din roca sau mineralizația respectivă, adică să fie cît mai reprezentativă. Obișnuit, se ia o probă mai mică, care este utilizată pentru efectuarea unei secțiuni subțiri sau lustruite, și o probă mai mare ce reprezintă proba martor. Din rocile sedimentare se recoltează și probe necesare analizelor paleontologice și granulometrice; greutatea acestora este de 0,5—1 kg. În cazul rocilor de construcție se ridică și problema colectării unor probe pentru încercarea proprietăților fizico-mecanice în afară de cele petrografice.

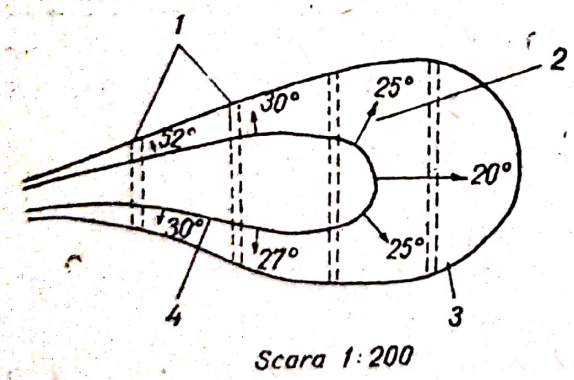
Scanned with OKEN Scanner

Probele chimice se colectează, în general, din aflorimentele de substanțe minerale utile, iar dacă este necesar un studiu petrochimic, se iau probe și din corpurile eruptive, pentru a descifra condițiile de formare ale acestora.

Din aflorimentele de substanțe minerale utile se colectează de obicei probe chimice informative (cu bucata) și mai rar probe chimice prin brazde. Probele chimice informative au o greutate de cîteva sute de grame și reprezintă eșantioane desprinse din diferite puncte ale aflorimentului. Dacă există posibilitatea de a putea separa zonele mai intens mineralizate de cele slab mineralizate, atunci probele se iau separat din fiecare zonă.

În unele cazuri, este necesar să se colecteze probe chimice prin brazde, adică de-a lungul unui șanț orientat perpendicular pe direcția zonei mineralizate. Adîncimea brazdei va fi de 2—5 cm, iar lățimea de circa 10 cm. Proba extrasă se fărămițează, se amestecă bine apoi se reduce. În vederea reducerii, proba se așază sub forma unei grămezi sferoidale sau dreptunghiulare și se împarte în patru părți egale : două părți opuse se păstrează, reprezentînd proba redusă, iar celelalte două se aruncă. Reducerea se repetă pînă cînd proba ajunge la o cantitate de cîteva sute de grame, necesară analizei.

Probele chimice se mai colectează și din galeriile și haldele vechi existente în regiune, pentru a obține informații generale asupra conținutului de componenți utili ai minereului. Din halde, probele se iau de-a lungul unor șențulețe (brazde), după ce în prealabil a fost îndepărtat stratul superficial de sol și de alterații. Șențulețele se orientează perpendicular pe lungimea haldei (fig. 13).



Scara 1:200

Fig. 13. Luarea probelor din haldă : *1*—șanțuri (brazde) pentru luarea probelor; *2*—panta ; *3*—talpa haldei ; *4*—creasta haldei.

O mențiune specială trebuie făcută pentru probele colectate în vederea analizelor paleontologice. Dacă este vorba de macrofosile, atunci acestea se colectează și se împachetează cu grijă, uneori — în cazul formelor fragile — chiar în cutii, cu vată. Pentru microfosile, probele vor fi colectate de preferință din rocile pelitice și aleuritice în vederea analizelor

Scanned with OKEN Scanner

sub binocular dar nu vor fi neglijate nici rocile tari, al căror eventual conținut microfaunistic urmează să fie analizat în secțiuni subțiri.

Probele colectate se numerotează și se ambalează în hîrtie sau în saci de pînză. Fișa ce însoțește proba va cuprinde : numărul probei, punctul de colectare, localitatea, raionul, regiunea, data, elementele pentru care urmează să fie analizată și numele colectorului. Numărul probei se trece în carnet și pe harta geologică.

4) *Întocmirea hărții geologice.* Din cercetarea deschiderilor naturale și artificiale trebuie să rezulte toate datele geologice (limite de formații, unități cartografice, direcții și înclinări ale stratelor, falii, filoane, indicații care trădează prezența substanțelor minerale utile etc.) necesare întocmirii hărții geologice. Aceste date se trec pe hartă după indicațiile din carnet și după harta de teren, cu multă exactitate și claritate, deoarece ele ajută la interpretarea structurii geologice și prin aceasta la descifrarea condițiilor de formare a substanțelor minerale utile.

Direcțiile și înclinările stratelor se trasează pe hartă cu ajutorul raportorului față de meridiane, față de coordonatele hărții sau față de anumite linii reper orientate nord-sud și fixate cu creionul la distanțe convenabile.

Limita dintre două formații și faliile se trec mai întîi numai între punctele în care ele au putut fi urmărite pe teren. Reprezentarea limitei se face printr-o linie continuă sau prin puncte dese.

Pe porțiunile acoperite, limitele se trasează în general prin interpolare, folosind ivirile izolate și pozițiile stratelor ; uneori se utilizează și abaca sau proiecția cotată. Mersul limitei dintre două formații este cu atît mai apropiat de realitate, cu cît distanța dintre punctele de observație este mai mică și cu cît structura geologică este mai simplă.

În cazul stratelor orizontale, limita dintre formații va urmări curbele de nivel, fără a le intersecta (v. fig. 11). Dacă stratele sînt verticale și plane, limita geologică va apare sub forma unei linii care își păstrează direcția neschimbată pe hartă. Pentru stratele înclinate, mersul limitei dintre formații, în reprezentările pe hartă, va fi influențat de relief. Astfel, limita dintre două formații din regiuni peneplenizate va fi reprezentată pe hartă paralel cu direcția stratelor. În condițiile unui relief accidentat, ea va prezenta o serie de sinuozități neregulate, urcînd pe dealuri și coborînd pe văi sau invers, după sensul înclinării stratelor față de direcția de curgere a apelor.

Scanned with OKEN Scanner

Paralel cu completarea hărții cu date stratigrafice și tectonice se efectuează și un studiu al rocilor în laborator, pentru definitivarea unităților cartografice și pentru înțelegerea structurii corpurilor eruptive și metamorfice. Informații exacte asupra conținutului în componenți utili se obțin prin analizele chimice efectuate pe probele colectate din zonele mineralizate.

După completarea hărții cu datele din observații, după trasarea faliilor și a limitelor unităților cartografice se trece la interpretarea acestora, folosind toate elementele cunoscute.

În prima etapă de interpretare a hărții se determină orientările principale ale structurilor, prin urmărirea sistemelor predominante de direcții și înclinări ; aceste orientări se scot mai bine în evidență prin trasarea unor linii structurale paralele cu direcțiile stratelor. Se cercetează, apoi, zonele în care pozițiile indică anumite deviații de la orientările principale, în scopul de a preciza liniile de dislocație.

Paralel cu identificarea liniilor structurale se colorează formațiile geologice separate pe hartă, punînd un accent deosebit pe stratele reper. În această etapă de pregătire a hărții se trece la colorarea diferitelor strate și formații, se trasează axele structurale și se definitivează traseul faliilor și al liniilor de încălecare.

La colorarea stratelor reper și a formațiilor se ține seama de coloanele stratigrafice deja construite.

Relațiile dintre formațiile ce alcătuiesc structura geologică se pun în evidență prin *secțiuni geologice*. În acest scop se aleg porțiunile cele mai caracteristice din hartă și se indică direcția secțiunii printr-o linie continuă. Orientarea secțiunii se alege în așa fel încît extremitatea sa vestică sau nordică să fie totdeauna în stînga.

De-a lungul acestei direcții se execută un profil morfologic pe care se transpun apoi datele stratigrafice și tectonice. Profilul morfologic se întocmește pe o foaie de hîrtie milimetrică față de o linie orizontală ce reprezintă, în general, nivelul mării ; lungimea acesteia este egală cu lungimea secțiunii geologice.

Pe marginea din stînga a hîrtiei milimetrice se trece altitudinea la intervale de 50, 100, 500 m etc., după cum permite scara la care se construiește secțiunea. Obișnuit, scara înălțimii nu se exagerează. Dacă totuși grosimea și înclinarea mică a formațiilor impun o astfel de exagerare, atunci în

Scanned with OKEN Scanner

mod obligatoriu se indică la legendă și scara înălțimilor, alături de scara lungimilor. În mod obișnuit se folosește aceeași scară, atît pentru lungimi cît și pentru înălțimi.

Hîrtia milimetrică astfel pregătită se așază cu marginea de sus peste linia de profil indicată pe hartă. Pe marginea de sus a hîrtiei milimetrice se înseamnă prin liniuțe toate punctele de intersecție a curbelor de nivel cu linia de profil, altitudinile acestora, cotele, elementele morfologice cu denumirile lor etc. Fiecare punct însemnat pe marginea de sus a hîrtiei milimetrice se proiectează deasupra liniei orizontale, și anume în dreptul altitudinii corespunzătoare, indicată pe scara înălțimilor. Punctele proiectate se unesc printr-o linie care constituie profilul morfologic.

Transpunerea datelor stratigrafice și tectonice (limite de formații, poziții de strate cu valoarea lor, falii etc.) se face inițial pe marginea de sus a hîrtiei milimetrice, ca și în cazul precedent și apoi se proiectează pe linia profilului morfologic.

În cazul cînd direcția stratului este perpendiculară pe direcția secțiunii geologice, atunci înclinarea stratului măsurată pe teren, de exemplu $\delta = 45°$, se trece cu aceeași valoare și în profil. Dacă direcția stratului face un unghi β cu direcția liniei secțiunii geologice, în profil se va nota valoarea înclinării aparente, care este mai mică decît înclinarea reală, măsurată cu busola. Determinarea *înclinării aparente* x se face cu ajutorul următoarei formule:

$$\operatorname{tg} x = \operatorname{tg} \delta \cdot \sin \beta,$$

în care:

δ reprezintă înclinarea reală a stratului;

β — unghiul dintre direcția stratului și direcția liniei secțiunii geologice.

În general, valorile lui x se găsesc calculate (tabela 2), sau se determină cu ajutorul unei nomograme (fig. 14).

După transpunerea datelor stratigrafice și tectonice pe profilul morfologic, urmează trasarea limitelor formațiilor în adîncime, pentru a putea reprezenta elementele structurale (monoclin, anticlinal, sinclinal, falie etc.). Uneori, trasarea acestor limite se face prin extrapolare liberă, folosind numai datele geologice transpuse pe profilul morfologic. În general însă, trasarea limitelor în adîncime se face prin construcții geometrice, așa cum este indicat în figura 15.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 2

Corecțiile pentru înclinări

0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90	90°	90°	90°	90°	90°	90°
85°	33 ½	60	72	76	78 ½	80	81	82	83	83 ½	84	84 ½	84 ½	84 ½	85	85	85	85°
80°	24	44 ½	56	63	67 ½	70 ½	72 ½	74 ½	76	77	78	78 ½	79	79 ½	79 ½	80	80	80°
75°	17 ½	34	44	52	57 ½	62	65	67	69	70 ½	71 ½	72 ½	73 ½	74	74 ½	74 ½	75	75°
70°	13 ½	25 ½	35 ½	43	49	54	57 ½	60 ½	62 ½	64 ½	65 ½	66 ½	67 ½	68 ½	69	69 ½	70	70°
65°	10 ½	20 ½	29	36	42	47	51	54	56 ½	58 ½	60 ½	62	63	63 ½	64	64 ½	65	65°
60°	8 ½	17	24	30 ½	36	41	45	48	51	53	54 ½	56	57 ½	58 ½	59	59 ½	60	60°
55°	7	14	20 ½	26	31	35 ½	39 ½	42 ½	45	47 ½	49 ½	51	52 ½	53 ½	54	54 ½	55	55°
50°	6	12	17	12	26 ½	31	34 ½	37 ½	40	42 ½	44 ½	46	47	48	49	49 ½	50	50°
45°	5	10	14 ½	19	23	26 ½	29 ½	32 ½	35	37 ½	39 ½	41	42	43	44	44 ½	45	45°
40°	4	8 ½	12 ½	16	19 ½	23	26	28 ½	30 ½	33	34 ½	36	37	38	39	39 ½	40	40°
35°	3 ½	7	10	13 ½	15 ½	19 ½	22	24 ½	26 ½	28 ½	30	31 ½	32 ½	33 ½	34	34 ½	35	35°
30°	3	6	8 ½	11	13 ½	16	18	20	22	24	25 ½	26 ½	27 ½	28 ½	29	29 ½	30	30°
25°	2 ½	5	7	9	11	13	15	16 ½	18	19 ½	21	22	23	23 ½	24	24	25	25°
20°	2	4	5 ½	7	8 ½	10	11 ½	13	14 ½	15 ½	16 ½	17 ½	18	19	19 ½	20	20	20°
15°	1 ½	3	4	5 ½	6 ½	7 ½	9	10	11	11 ½	12 ½	13	13 ½	14	14 ½	15	55	15°
10°	1	2	3	3 ½	4	5	6	6 ½	7	8	8 ½	9	9 ½	9 ½	10	10	10	10°
5°	½	1	1 ½	2	2	2 ½	3	3	3 ½	4	4	4 ½	4 ½	4 ½	5	5	5	5°
0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80	85°	90°

Scanned with OKEN Scanner

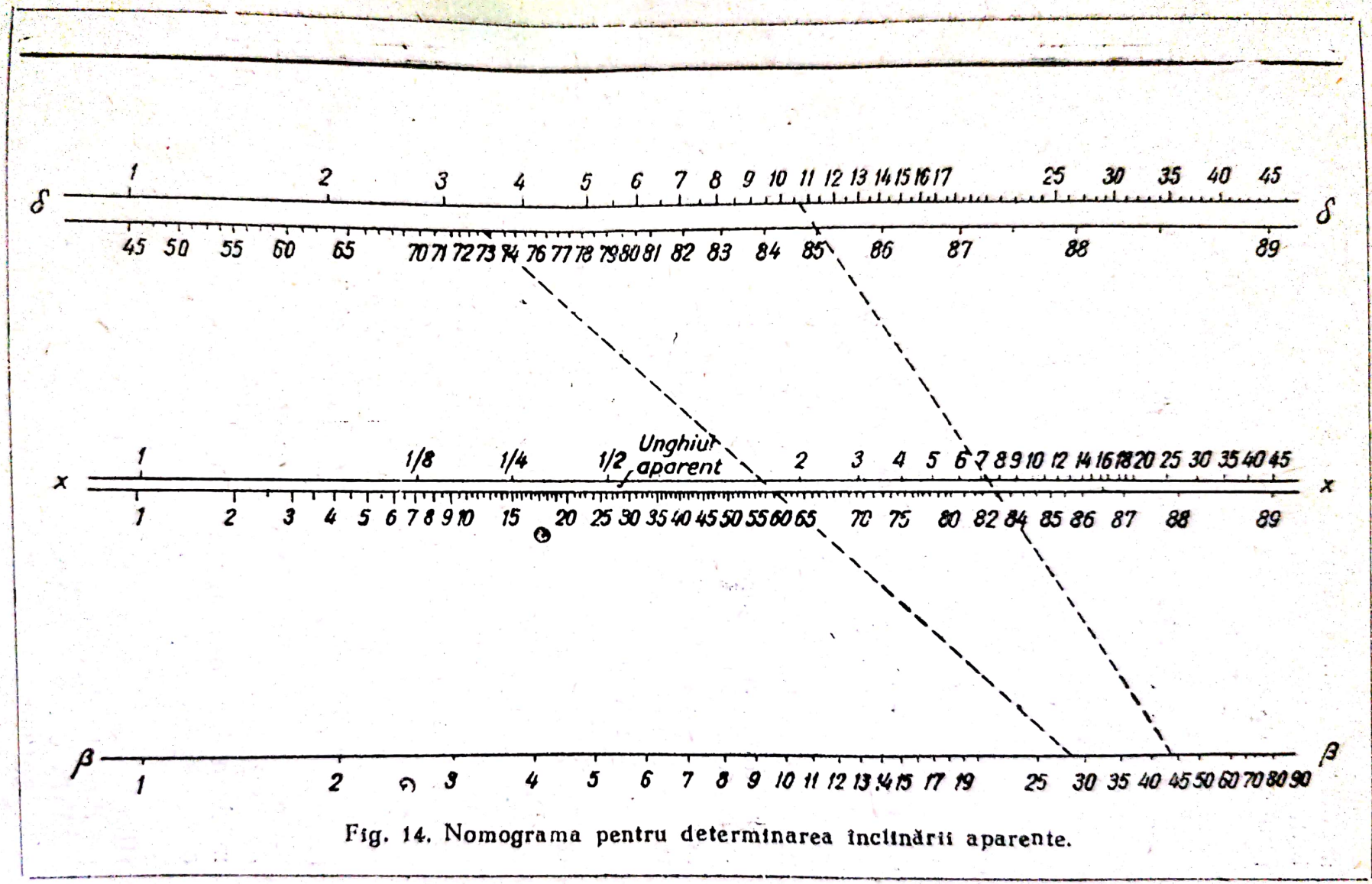


Fig. 14. Nomograma pentru determinarea înclinării aparente.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul acestor reprezentări se consideră că planul de separație (limita) dintre două formații este paralel cu planul tuturor stratelor ce alcătuiesc formațiile respective. Dacă în punctele *a*, *b*, *c*, *d*, *e* și *f* au fost reprezentate stratele cu înclinările lor, atunci limitele dintre formațiile F_1 și F_2 se pot trasa folosind anumite construcții grafice. Se prelungește limita dintre formațiile F_1 și F_2 printr-o linie paralelă cu stratul *a* pînă în dreptul perpendicularei coborîtă din punctul *b*. De la această intersecție se trasează mai departe limita, paralelă cu stratul *b*. Într-un mod identic se trasează mai departe limita, luînd în considerare toate înclinările stratelor indicate pe profilul morfologic, în *c*, *d*, *e*, etc.

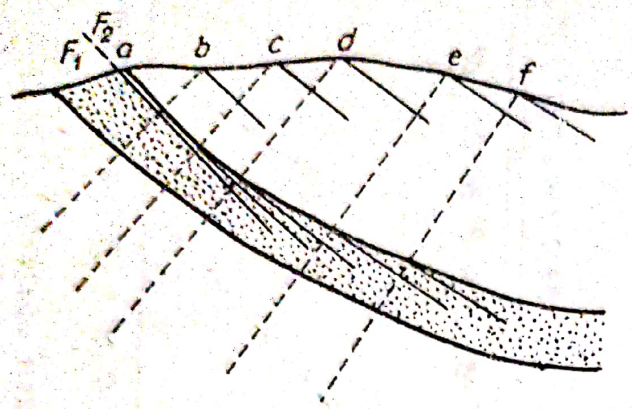


Fig. 15. Trasarea limitelor unor formații în adîncime.

O dată cu trasarea limitelor în adîncime se obține secțiunea geologică, care completează imaginea asupra structurii geologice a regiunii. În general, se întocmesc serii de secțiuni, orientate perpendicular pe direcția structurii geologice.

Pentru a ilustra relațiile care există între structura geologică și formele de relief, se fac și reprezentări tridimensionale, în bloc-diagrame.

Datele pe care le oferă harta geologică, secțiunile geologice, schițele, coloanele stratigrafice, bloc-diagramele, împreună cu rezultatele cercetărilor de laborator vor contribui la descifrarea condițiilor de formare a substanțelor minerale utile. Ele constituie elementul esențial pentru adîncirea cercetărilor prin alte metode de prospecțiune.

b. **Prospecțiunea prin cartare geologică pe baza fragmentelor.** Această metodă constă din cercetarea amănunțită a depozitelor aluvionare, deluviale, eluviale și coluviale, în vederea indentificării unor fragmente cu minerale utile și urmărirea lor, din aproape în aproape, pentru descoperirea aflorimentelor de substanțe minerale utile.

Fragmentele care provin prin alterarea rocilor și corpurilor de substanțe minerale utile sînt antrenate în transport pe diferite distanțe.

Prin cercetarea materialului acumulat în albia văilor, în viroage sau pe pantă, se ajunge la identificarea unor frag-

Scanned with OKEN Scanner

mente cu minerale utile, la care trebuie examinat în primul rînd, mărimea și gradul de rulare, pentru a ne forma o imagine asupra distanței pînă la afloriment, și, în al doilea rînd, asociația caracteristică de minerale, pentru a obține informații asupra naturii mineralizației.

Pe baza indicațiilor preliminare se trece la urmărirea fragmentelor pe văi și pe afluenți, pînă acolo unde apare maximul lor de frecvență.

În apropiere de afloriment, fragmentele devin mai mari și mai colțuroase, iar pentru identificarea acestuia se impune uneori săparea de șanțuri sau puțuri.

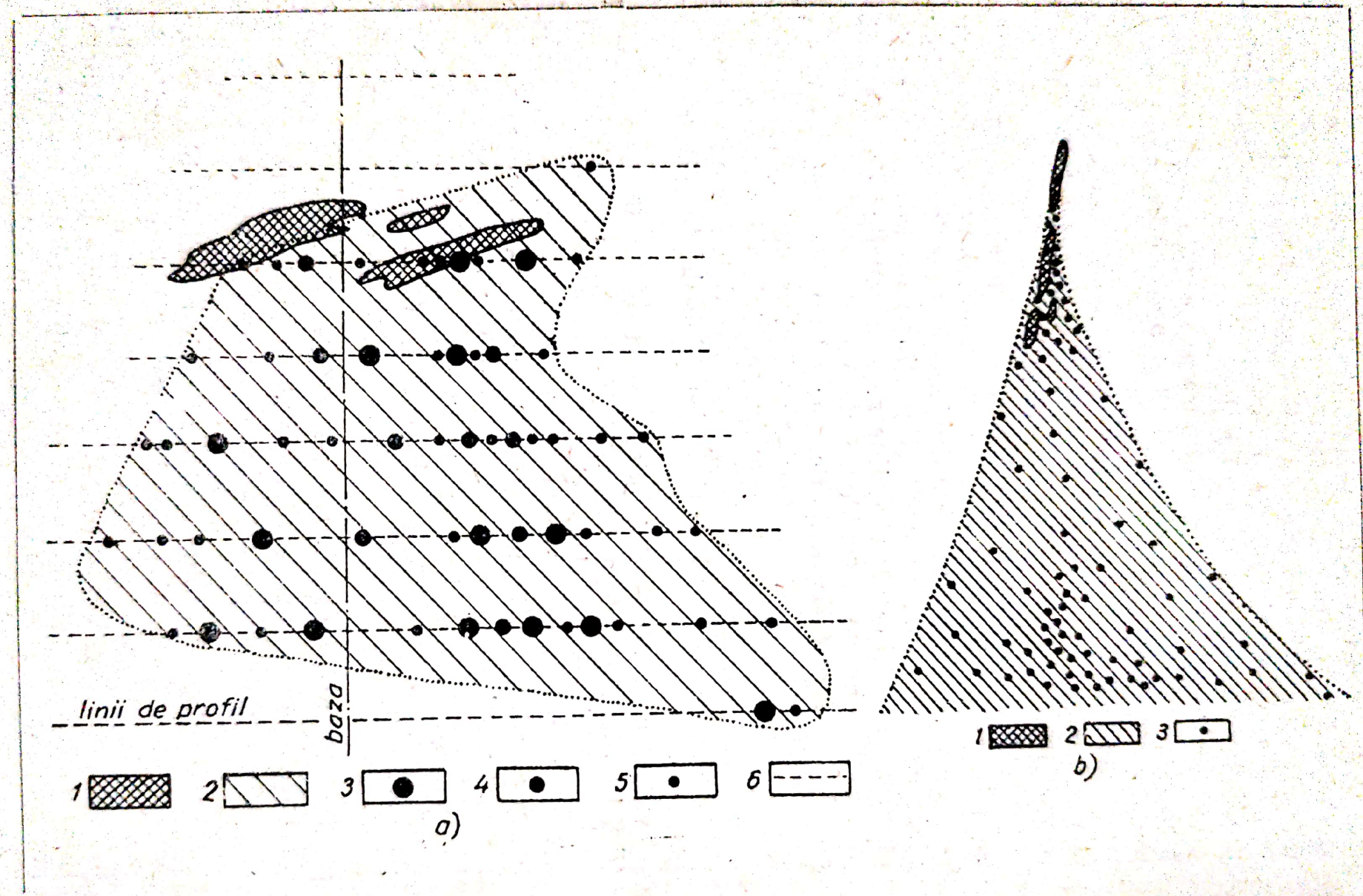
Există cazuri frecvente, cînd prin urmărirea fragmentelor cu minerale utile se depășește zona aluvionară, ajungîndu-se cu prospecțiunea în zona de dezvoltare a depozitelor deluviale sau eluviale. În această porțiune de teren, materialul provenit prin alterarea rocilor și a corpurilor de substanțe minerale utile se acumulează pe pantă, în viroage sau pe culmi, sub formă de grohotiș. Paralel cu cercetarea sistematică a fragmentelor se conturează și grohotișul respectiv. Punctele în care se întîlnesc fragmentele cu minerale utile se notează pe baza topografică cu cercuțe; uneori se redă prin semne mărimea, iar prin culori tipurile de minerale utile identificate.

Conturul grohotișului poate avea o formă trapezoidală (fig. 16, *a*), triunghiulară (fig. 16, *b*), forma unei fîșii continue sau discontinue (fig. 16, *c* și *d*). Aflorimentul de substanțe minerale utile se găsește totdeauna în extremitatea din amonte, adică acolo unde are loc efilarea grohotișului. În această porțiune de teren se sapă puțuri sau șanțuri, pentru identificarea corpului de substanță minerală utilă. Cu ajutorul acestei metode au fost descoperite în Finlanda, Suedia și în Peninsula Kola o serie de zăcăminte de fier, cupru, molibden, pirită etc.

Trebuie menționat că utilizarea fragmentelor în procesul de cartare geologică este folosită în mod curent nu numai în cazul fragmentelor cu minerale utile, ci cu orice tip de rocă.

Analiza materialului rostogolit sub formă de blocuri sau pietriș în albia unui pîrîu dă informații despre tipurile de rocă care se vor întîlni în timpul cartării bazinului pîrîului respectiv, pe versanții săi și pe crestele înconjurătoare. În același scop se folosesc și observațiile făcute asupra grohotișului de pantă întîlnit pe itinerariile urmate.

Scanned with OKEN Scanner


linii de profil
baza
1
2
3
4
5
6
a)
1
2
3
b)

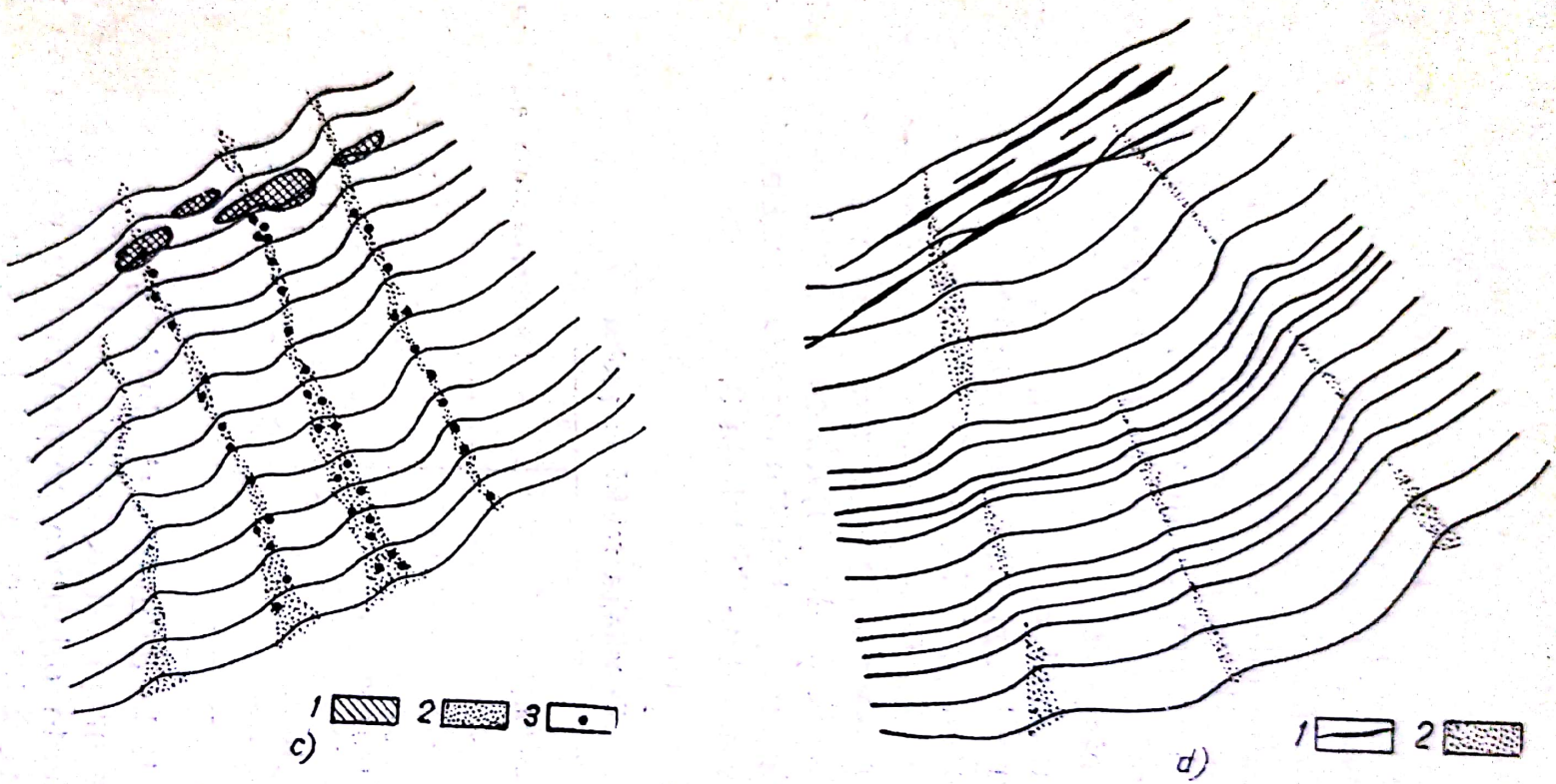


Fig. 16. Conturul grohotișului cu fragmente de minerale utile în depozitele deluviale:
a — formă trapezoidală; *b* — formă triunghiulară; *c* — fișii continui; *d* — fișii discontinui.

c. **Prospecțiunea prin cartare geologică pe baza concentratelor de minerale grele.** Metoda constă din recoltarea probelor din depozitele aluvionare, eluviale, deluviale și coluviale, obținerea concentratelor de minerale grele și examinarea acestora, în vederea descoperirii zăcămintelor detritice și delimitării zonelor în care se găsesc zăcăminte „in situ". Atît în faza prospecțiunii preliminare, cît și în cea de detaliu, se folosesc lucrări miniere sau foraje manuale.

Luarea probelor. În cazul depozitelor aluvionare, probele se recoltează din albiile majore și minore ale rîurilor și din terase. În general, probele se iau din porțiunile inferioare ale malurilor abrupte, porțiunile interioare ale meandrelor, zonele de confluență, zonele în care pîrîul se lărgește, din bancurile de nisip etc.

Probele informative se colectează prin săparea unor gropi sau direct din albia rîurilor cu ajutorul unei lopeți. Recoltarea sistematică a probelor se face prin săparea unei rețele de puțuri sau șanțuri sau prin foraje manuale care reprezintă punctele de probare. Pentru identificarea orizonturilor mai bogate se execută 5—10 puțuri, care trebuie să străbată depozitele aluvionare pe toată grosimea lor. Densitatea rețelei de probare este redată în tabela 3.

Tabela 3

Densitatea rețelei de probare

Scara hărții	Numărul de probe pe 100 km²
1 : 500 000	1—4
1 : 200 000	6—24
1 : 100 000	25—100
1 : 50 000	100—500
1 : 10 000	1 200—2 500
1 : 2 000	5 000

Din depozitele deluviale și eluviale, probele se iau prin săparea unor gropi cu adîncimi de 30—50 cm de-a lungul unor aliniamente orientate perpendicular pe linia de pantă. Distanța dintre aliniamente va fi de circa 100 m, iar dintre gropi de 20—50 m. În zonele în care apar indicații importante de minerale grele, distanța dintre aliniamente se ia de 30—50 m, iar distanța dintre gropi de 10—20 m.

Scanned with OKEN Scanner

Spălarea probelor colectate se face cu șaitrocul (fig. 17), căușul (fig. 18) și cu trocul Banka (fig. 19). Cu șaitrocul și cu căușul se spală de obicei cantități mici de aluviuni, cel mult 2 kg, în timp ce cu trocul Banka se spală circa 12 kg aluviuni. Vasul cu materialul de spălat se introduce orizontal într-o groapă cu apă, astfel ca apa să treacă peste marginile lui.

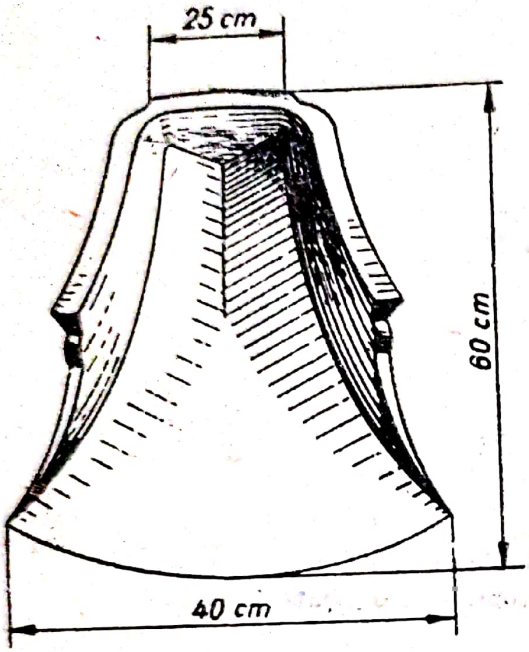


Fig. 17. Șaitrocul din lemn de paltin.

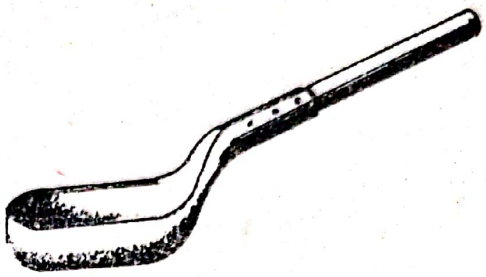


Fig. 18. Căușul de oțel.

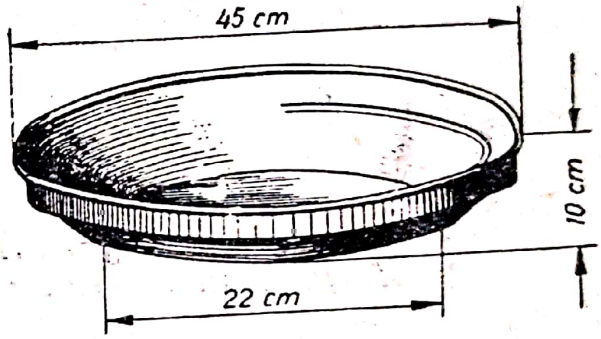


Fig. 19. Trocul Banka.

Se frămîntă apoi materialul cu mîna pînă cînd argila trece în stare de suspensie. Bucățile mari, rotunjite vor fi îndepărtate numai după ce au fost bine spălate și controlate.

În acest stadiu, se dă vasului o mișcare de rotație, astfel ca elementele mai ușoare să cadă peste marginea lui, datorită forței centrifuge. Se scoate vasul din apă și se înclină încet, pentru ca materialul argilos și mineralele cu greutatea specifică mică să se scurgă peste marginea sa. Spălarea se continuă pînă cînd se ajunge la *formarea concentratului* de minerale grele, ce se acumulează pe fundul vasului. Datorită faptului că concentratul are un colorit mai închis decît proba inițială, el se mai numește *concentrat negru*.

Concentratul de minerale grele obținut prin spălarea probei de aluviune se usucă la soare sau la un foc slab și apoi se ambalează în vederea expedierii la laborator. Punctele de probare se trec pe hartă. În registrul de probare se menționează : numărul probei, locul de unde a fost luată proba,

data, numele persoanei care a recoltat și spălat proba. După efectuarea studiului de laborator se mai trece și greutatea concentratului, greutatea și compoziția mineralogică a diferitelor fracțiuni de minerale grele.

Spălătorii de aur din Munții Apuseni mai utilizează hîrlostea (fig. 20), herdul și hurca pentru spălarea unor canti-

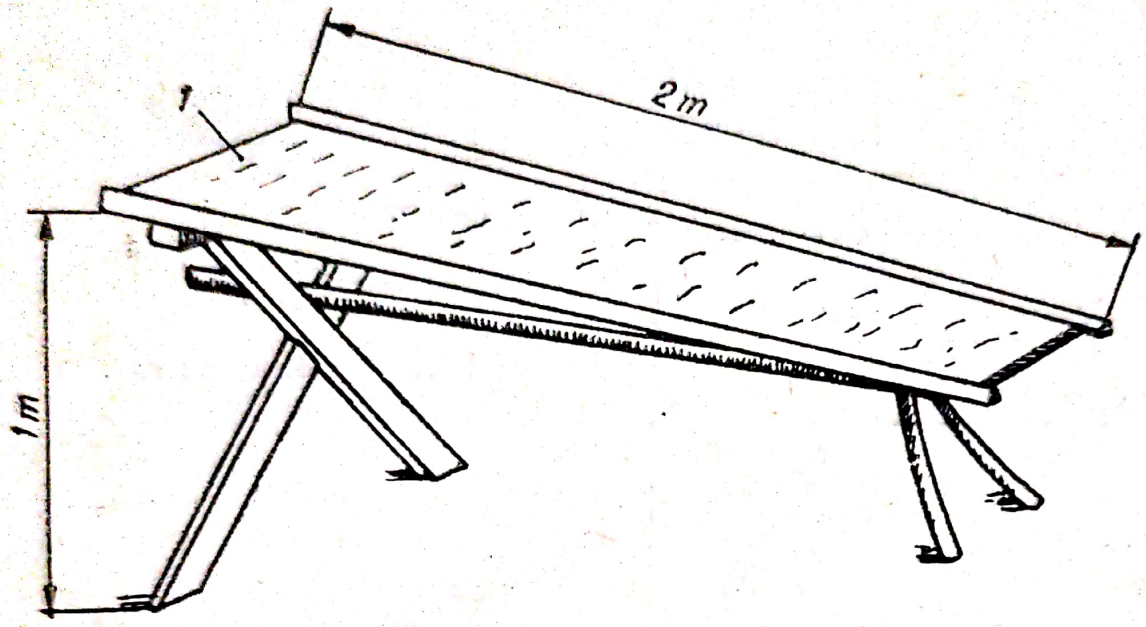


Fig. 20. Hîrlostea :
1 — **plan înclinat din scîndură acoperit cu o pătură de lînă.**

tăți foarte mari de material aluvionar. În cazul hîrlostei, proba de aluviuni se aruncă cu lopata pe capul mai ridicat al planului înclinat și se toarnă apă cu găleata. Nisipul și pietrișul va fi antrenat de curentul de apă de-a lungul planului înclinat, iar fluturașii de aur, fiind mai grei, vor rămîne fixați printre firele de lînă ale păturii cu care este acoperit planul înclinat. După spălarea păturii de lînă, materialul recuperat se concentrează la șaitroc pînă ce aurul rămîne curat.

Examinarea concentratelor. În laborator, concentratele de minerale grele sînt supuse unei prelucrări, după schema generală din figura 21, în vederea determinării, prin diferite metode de cercetare, a naturii mineralelor grele, a formei granulelor, a proporției în care ele participă și deci a locului de proveniență. În acest scop, concentratul de minerale grele se reduce prin metoda sfertuirii la o probă de 5—10 g. O parte din materialul redus se folosește pentru analiza chimică, spectrală, luminescentă, radioactivă, sau de imersie, pentru a obține unele date informative asupra concentratelor. Cealaltă parte redusă este supusă analizei granulometrice, obți-

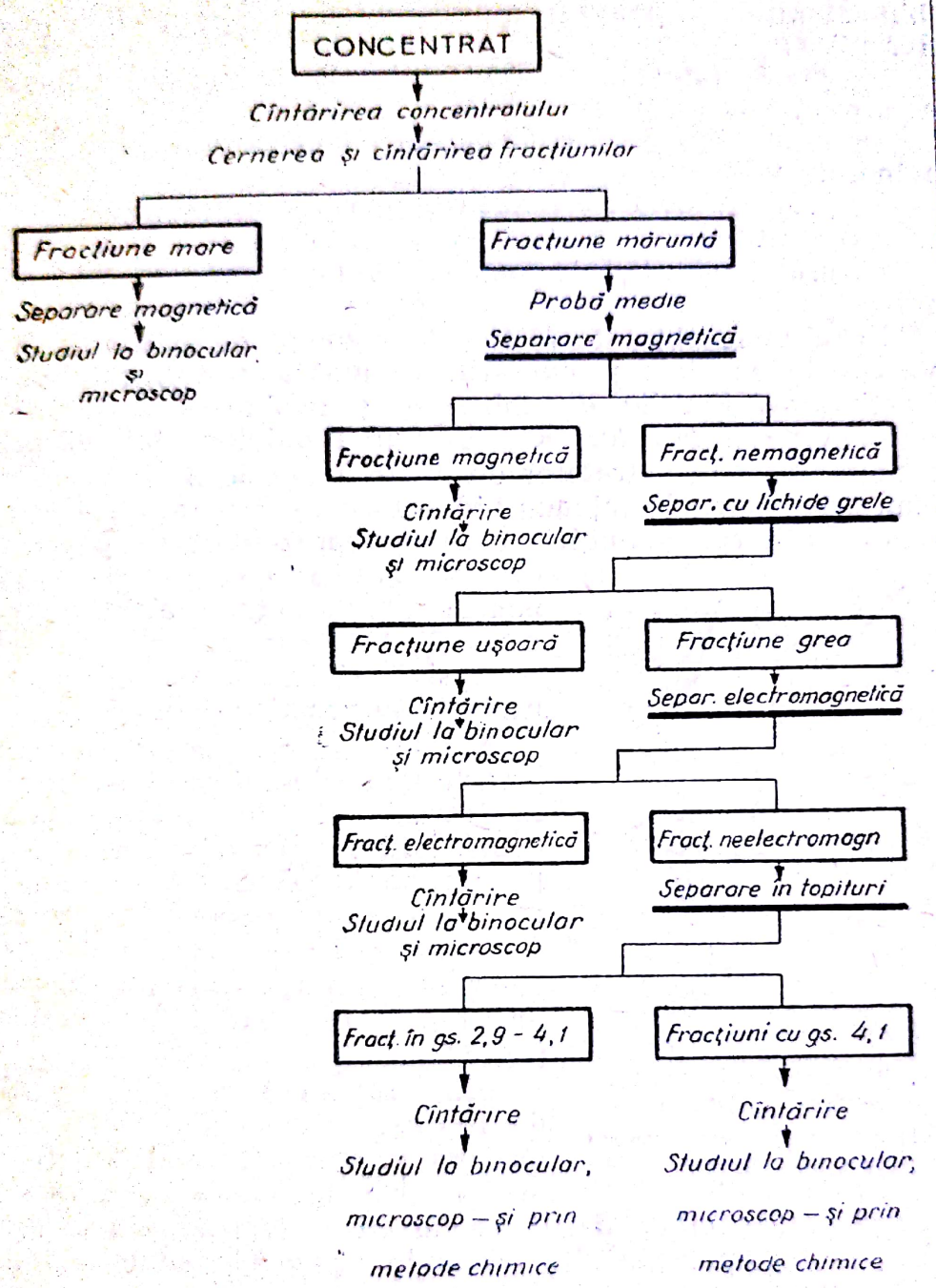


Fig. 21. Schema generală a analizei concentratelor.

Scanned with OKEN Scanner

nîndu-se fracțiunile indicate în figura 21, care vor fi studiate la binocular, microscopic și prin metode chimice. Cu ajutorul binocularului se poate face următoarea evaluare a mineralelor utile :

— probă bogată : concentratul este alcătuit în cea mai mare parte din minerale utile ;

— granule multe : în concentrat se găsesc mai mult de 10 minerale utile ;

— granule izolate : concentratul conține mai puțin de 10 minerale utile ;

— probă sterilă : în concentrat nu se găsesc minerale utile.

Rezultatele obținute se trec în carnetul de laborator care va cuprinde : data prelucrării, greutatea concentratului și fracțiunilor, tipurile de minerale și evaluarea cantitativă.

Întocmirea hărților. Reprezentarea datelor obținute prin examinarea concentratelor de minerale grele se face pe un plan care cuprinde rețeaua hidrografică a regiunii, la aceeași scară cu hartă geologică. Aceste reprezentări se pot face prin puncte, prin cercuri sau prin benzi ; ultima metodă, elaborată de către T. V. Zeeman, este cea mai expresivă și se recomandă a fi utilizată în practica geologică.

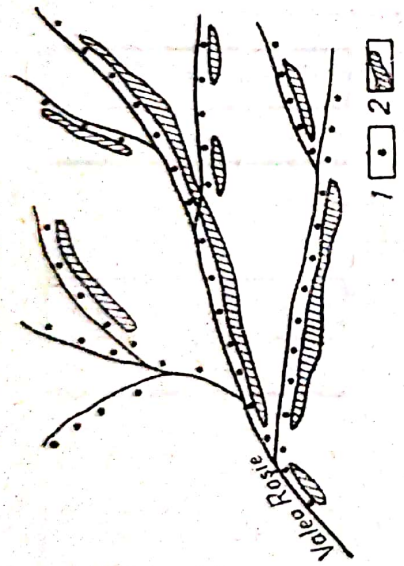


Fig. 22. Reprezentarea prin metoda benzilor :
1 — locuri de colectare a probelor ;
2 — extinderea zonelor cu minerale utile.

Metoda benzilor constă din reprezentarea mineralelor identificate în concentrat, cu ajutorul unor benzi. Lățimea benzilor este direct proporțională cu cantitatea de minerale găsite în concentrat. Benzile se unesc între ele prin linii și se colorează diferit, în funcție de mineralele pe care le reprezintă (fig. 22).

Prin folosirea acestei metode de reprezentare se ajunge la delimitarea suprafețelor mai bogate și mai sărace în minerale utile, ce alcătuiesc zăcăminte detritice. Pentru a preciza zona în care zăcămintele apar „in situ", trebuie cunoscute anumite indicații generale :

— răspîndirea uniformă a mineralelor grele, fără să prezinte vreo tendință de concentrare locală, nu este favorabilă pentru identificarea zăcămintelor „in situ" ;

Scanned with OKEN Scanner

— o creștere a conținutului de minerale utile, urmată de o dispariție bruscă în amonte, constituie o indicație privind existența unui zăcămînt „in situ" în zona respectivă ;

— creșterea dimensiunii mineralelor grele, scăderea gradului de rotunjire și apariția numeroaselor concreșteri de minerale denotă apropierea de zăcămîntul „in situ".

Această metodă se utilizează frecvent la prospectarea zăcămintelor detritice. Ea este folosită și la noi în țară pentru prospectarea aurului din aluviuni. Această metodă este utilizată și la delimitarea provinciilor de minerale grele, pe baza cărora se fac deducții privind evoluția geologică a teritoriului cercetat și perspectiva de a descoperi anumite substanțe minerale utile în formațiile sedimentare din cuprinsul acestui teritoriu.

2. Metode geofizice de prospecțiune

Aceste metode folosesc anumite proprietăți fizice ale rocilor, permițînd în final descifrarea condițiilor geologice în care se pot găsi acumulările de substanțe minerale utile sau, în anumite cazuri, conducînd chiar la descoperirea acestora.

Metodele geofizice utilizate în faza de prospecțiune sînt următoarele : *gravimetria, magnetometria, electrometria, seismometria* și *prospecțiunea radioactivă.*

a. **Prospecțiunea gravimetrică.** Gravimetria este o metodă de prospecțiune geofizică al cărui obiect îl formează studiul gravitației ca intensitate și distribuție geografică, în vederea descifrării structurii geologice și a descoperirii de substanțe minerale utile în subsolul unei regiuni. Gravitația este o forță ce rezultă din compunerea a două forțe care acționează asupra fiecărui corp pe pămînt ; forță de atracție către centrul masei pămîntului și forța centrifugă. Ultima forță este foarte mică în comparație cu prima (0,5%) și deseori este neglijată.

Intensitatea gravitației variază cu latitudinea (crește de la ecuator la poli) și cu altitudinea (scade cu înălțimea). Ea variază de asemenea din cauza neomogenității subsolului și anume, din cauza variației densității rocilor etc.

Diferența dintre valorile gravitației normale stabilite prin formule și valorile gravitației măsurate este provocată de variațiile densității formațiilor geologice și, în mod curent, este numită *anomalie.* Valoarea anomaliilor depinde de vo-

Scanned with OKEN Scanner

lumul, forma, dimensiunile, densitatea și distanța la care se găsește corpul perturbant și se măsoară în unități de măsură denumite gali (1 gal = 1 cm/s² = 1 unitate C.G.S.) sau miligali (10^{-3} gal).

În mod practic, în prospecțiunea gravimetrică nu se măsoară valoarea precisă (absolută) a gravitației g, ci *valoarea relativă*, adică diferența dintre valoarea gravitației în punctul în care se face măsurătoarea și valoarea gravitației în alt punct ales ca bază.

Cunoscînd valoarea absolută a lui g într-un punct A ales ca bază și măsurînd valoarea relativă a lui g în alt punct B, se poate calcula valoarea absolută a lui g și în B. Valorile absolute ale lui g se determină cu pendulul în *puncte de bază* sau *puncte fundamentale* (punctul fundamental internațional este ales la Potsdam, unde g = 981,274 cm/s²), iar valorile relative se măsoară cu aparate numite *gravimetre*. Ținînd seama de cauzele care determină variațiile intensității gravitației, valorile relative brute măsurate cu gravimetrele trebuie corectate în funcție de înălțime (aducerea gravitației la nivelul mării prin adăugarea unei valori determinată de mărimea înălțimii și de valoarea densității rocilor cuprinse între nivelul mării și nivelul stației de măsurătoare), de relieful regiunii înconjurătoare (corecția topografică și cartografică) și corecția de latitudine.

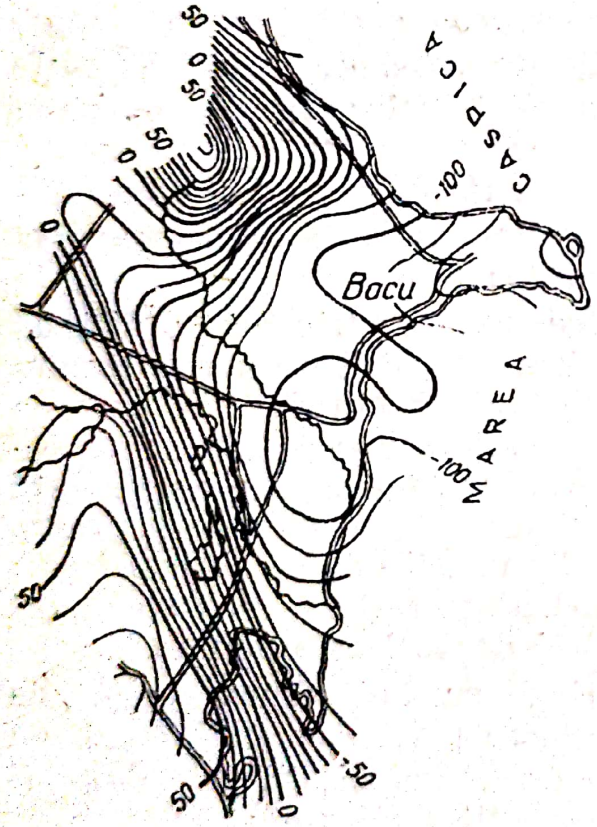


Fig. 23 Harta gravimetrică.

Valorile astfel corectate ale gravitației se trec pe hartă în punctele de măsurătoare și, prin unirea punctelor cu aceeași valoare a lui g — *linii izogale*, se obține o hartă gravimetrică Bouguer, pe care sînt conturate diferite zone de anomalii. Unele din aceste anomalii (fig. 23) au o întindere mare în suprafață și diferențe de valori mari (mai mari de 3—4 mgali), iar altele au întinderi reduse și valori mici ale cîmpului gravitațional. Pri-

Scanned with OKEN Scanner

mele reprezintă *anomalii regionale*, celelalte *anomalii locale*. Cînd curbele izogale închid anomalii cu valori ce cresc spre interior, ele definesc un *maxim gravimetric*. Cînd valorile scad spre interior, ele definesc un *minim gravimetric*.

Anomaliile gravimetrice pozitive (maximele gravimetrice) indică existența în subsol a unor formații geologice ale căror roci au densitatea cu valoare ridicată. Invers, anomaliile negative (minimele gravimetrice) indică existența în adîncime a unor roci cu densitate de valoare mai scăzută. Densitatea rocilor din zona granitică, a șisturilor cristaline sau a unor roci sedimentare, (de exemplu unele dolomite) poate ajunge pînă la valoarea medie de 2,77. Ea scade la 2,10 pentru sare și chiar la 1,10 pentru unii cărbuni. Alte roci sedimentare au valori diferite de densitate, în funcție de adîncimea la care se găsesc și de gradul de tasare suferit. Astfel argilele au densitatea de 1,78—2,38; șisturile argiloase au densitatea de 2,62—2,76; nisipurile au densitatea de 2,00—2,20; gresiile au densitatea de 2,60—2,72 etc.

Se înțelege ușor că un relief format din roci cristaline cu densitatea de minimum 2,7, îngropat sub un pachet de roci sedimentare cu densitatea medie de 2,3 sau 2,4 de exemplu, va apărea evident pe harta gravimetrică sub forma unui maxim gravimetric (fig. 24). În mod similar, un masiv de sare din zona cutelor diapire, străpungînd pietrișurile levantine (pietrișurile de Cîndești) cu densitatea medie de 2,3, va apare ca un minim gravimetric (fig. 25).

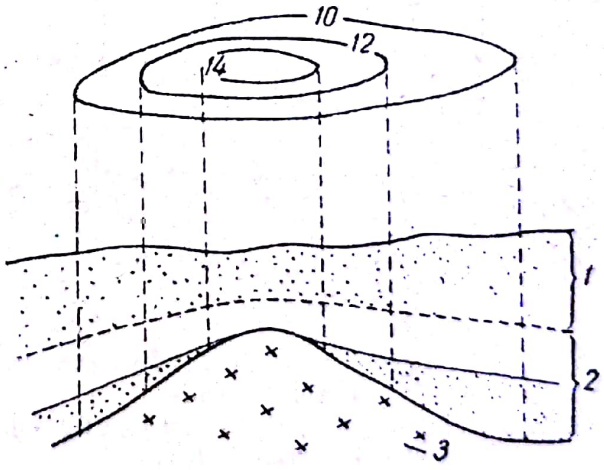


Fig. 24. Maxim gravimetric în zona unui relief cristalin îngropat:
1 — panonian; *2* — miocen; *3* — gnaise.

În general, formațiile mai vechi, prin poziția lor mai adîncă și prin tasarea suferită, conțin roci cu densitate mai mare. Este explicabil, deci, motivul pentru care, în cazul unei cute anticlinale în axa cărora sînt aduse aproape de suprafață formațiile mai vechi (deci cu densitate mai mare), harta gravimetrică reprezintă o anomalie pozitivă (maxim gravimetric, fig. 26). Excepție la această regulă fac numai anticlinalele străpunse total sau parțial de masive de sare (cutele și domurile diapire).

Scanned with OKEN Scanner

Din cele arătate mai sus rezultă că, în cazul unui contrast de densitate evident în rocile din subsol, harta gravimetrică prezintă o anomalie care poate fi interpretată din punct de vedere geologic. Interpretarea are însă, în general, un aspect calitativ, deoarece în ceea ce privește stabilirea adîncimii la care se găsește corpul perturbant, respectiv contrastul puternic de densitate, datele gravimetrice nu permit o interpretare indiscutabilă. Rezolvarea problemei este greoaie mai ales în zonele cutate, muntoase, unde, pe lîngă relieful foarte accidentat, intervine și grosimea mare a formațiilor sedimentare cu structură complicată prin suprapuneri tectonice. În asemenea condiții, determinarea volumului de formații și a densității lor este foarte anevoioasă.

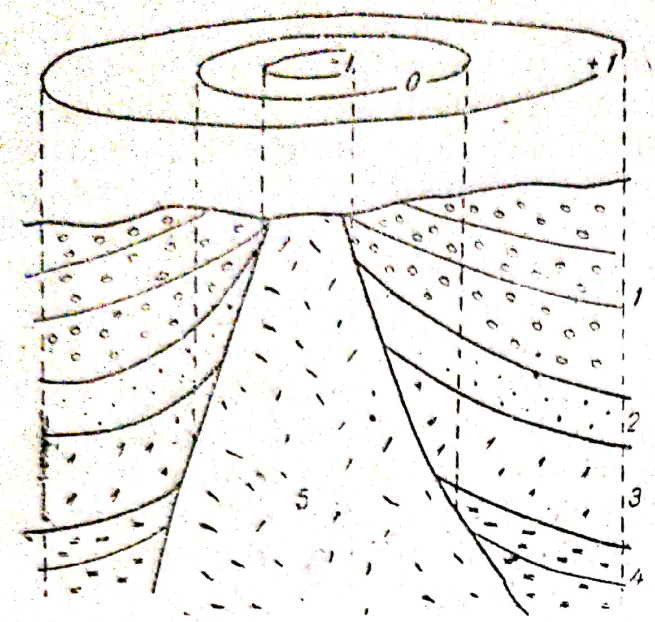


Fig. 2. Minim gravimetric în zona unei cute diapire :

1 — levantin ; *2* — dacian ; *3* — ponțian ; *4* — meotian; *5* — masiv de sare.

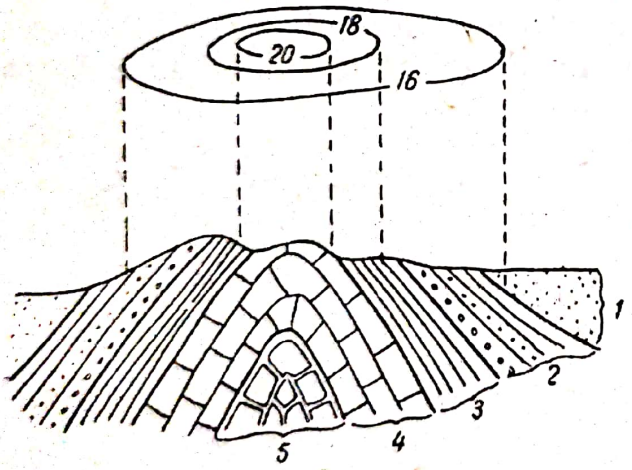


Fig. 26 Maxim gravimetric în zona unui anticlinal :

1 – pliocen ; *2* — miocen ; *3* – paleogen ; *4* — cretacic ; *5* – jurasic.

Pentru ușurarea interpretării geologice, în afară de hărțile Bouguer, se mai construiesc și alte hărți cu ajutorul cărora se obțin informații, privind aspectul anomaliilor cuprinse în alte plane situate dedesubtul planului de referință (de exemplu, sub nivelul mării). În această categorie intră hărțile *derivatei a doua* și, în general, hărțile de *prelungiri analitice* întocmite pe calcule matematice foarte laborioase. Informațiile obținute prin aceste hărți, corelate cu date obținute prin

Scanned with OKEN Scanner

alte date de prospecțiune, contribuie în multe cazuri la descifrarea structurii geologice a regiunii supusă cercetării geologice.

Metoda de prospecțiune gravimetrică este utilizată pe scară largă sub formă de prospecțiune cu caracter regional sau sub formă de prospecțiune de detaliu. Lucrările regionale executate sub forma unor măsurători în rețea largă (o stație la 5—50 km²) urmăresc stabilirea caracterelor geologice generale, prin delimitarea zonelor depresionare majore, zone care vor face apoi obiectul unor lucrări gravimetrice mai detaliate și a lucrărilor de prospecțiune cu alte metode geofizice. Lucrările gravimetrice din această fază de recunoaștere regională combinate și cu lucrări de magnetometrie, contribuie în mod efectiv la cunoașterea cadrului geologic regional și la planificarea rațională a lucrărilor ulterioare de prospecțiune.

Lucrările gravimetrice detaliate au dat rezultate valoroase în prospectarea structurilor petrolifere și gazeifere din zona de dezvoltare a cutelor și domurilor diapire (R.P.R., U.R.S.S., S.U.A., R.F.G. etc.). Ele au fost de asemenea aplicate cu succes în prospectarea zăcămintelor de sare. Indirect, prin posibilitatea interpretării condițiilor geologice dintr-o regiune ele contribuie și la prospectarea altor substanțe minerale, utile, cum sînt, de exemplu, cărbunii, zăcămintele de aur, fier etc.

b. **Prospecțiunea magnetometrică.** Magnetometria se bazează pe studiul variației cîmpului magnetic terestru în diferite regiuni, cu scopul descifrării unor probleme privind structura lor geologică și posibilitatea de a descoperi anumite zăcăminte de substanțe minerale utile în subsolul lor.

În scoarța Pămîntului există roci cu proprietăți magnetice care provoacă anumite variații în intensitatea cîmpului geomagnetic (anomalii magnetice); măsurarea și localizarea acestor anomolii contribuie la rezolvarea problemelor enumerate mai sus.

Rocile și mineralele au moduri de comportare diferite în procesul de magnetizare și acest mod depinde de *permeabilitatea magnetică* (coeficientul μ), care exprimă de cîte ori trece mai mult flux magnetic prin unitatea de volum dintr-un corp, în comparație cu vidul. În legătură cu această proprietate, corpurile fizice se împart în paramagnetice ($\mu > 1$) și diamagnetice ($\mu < 1$). Proprietatea de magnetizare a unui corp aflat într-un cîmp magnetic se numește *susceptibilitate magnetică* (coeficientul X). Această proprietate este în relație strînsă cu permeabilitatea magnetică : pentru corpurile para-

Scanned with OKEN Scanner

magnetice, susceptibilitatea magnetică este pozitivă ($X>O$), iar pentru cele diamagnetice este negativă ($X<0$).

Susceptibilitatea magnetică are valori ridicate la corpurile feromagnetice în care intră magnetita și rocile bogate în magnetită, pirotina, ilmenitul, apoi în ordine descrescîndă: calcopirita, siderita și rocile eruptive. Dintre corpurile diamagnetice fac parte o serie de roci sedimentare: gipsul, grafitul, anhidritul, calcita, sarea etc.

O bună parte din roci au în compoziția lor cristale mărunte de magnetită sau alte minerale feromagnetice, care le imprimă o anumită permeabilitate magnetică. În tabela 4 sînt date valorile permeabilității magnetice pentru cîteva tipuri de roci.

Tabela 4

Valorile permeabilității magnetice pentru unele roci și minerale

Denumirea rocilor și mineralelor	Valoarea permeabilității magnetice în unitate C.G.S.
Roci sedimentare	
Gips	$0{,}8.10^{-6}$
Cărbuni	2.10^{-6}
Calcar	$3{,}8.10^{-6}$
Dolomit	14.10^{-6}
Argilă	20.10^{-6}
Gresie feruginoasă	100.10^{-6}
Roci eruptive	
Porfir	15.10^{-6}
Granit	$15—650.10^{-6}$
Diorit	$1\,000—2\,000.10^{-6}$
Bazalt	$1\,100—4\,500.10^{-6}$
Serpentine	$4\,000—15\,000.10^{-6}$
Roci metamorfice	$430—3\,590.10^{-6}$
Minereuri feroase	
Hematit	$100—5\,000.10^{-6}$
Ilmenit	$4\,000—7\,000.10^{-6}$
Pirotină	$6\,000—79\,000.10^{-6}$
Magnetit	$10\,000—1\,000\,000.10^{-6}$
Alte corpuri	
Apă	$0{,}72.10^{-6}$
Cuarț	$1{,}2.10^{-6}$
Petrol	$0{,}8.10^{-6}$
Sare	$0{,}4.10^{-6}$

Scanned with OKEN Scanner

Cîmpul magnetic terestru este caracterizat în mod obișnuit prin următoarele elemente: înclinația I, declinația magnetică D, componenta orizontală H și componenta verticală Z. Aceste elemente sînt reprezentate grafic în figura 27 unde:

T este vectorul cîmpului geomagnetic cu originea punctului O la suprafața pămîntului;

$ZOHT$ — planul meridianului magnetic;

D — declinația magnetică (unghiul format de planul meridianului geografic XOZ și planul meridianului magnetic);

I — înclinația magnetică (unghiul format de vectorul T cu proiecția sa în planul orizontal XOY);

H — componenta orizontală a cîmpului geomagnetic;

Z — componenta verticală a cîmpului geomagnetic.

Dacă pămîntul ar fi omogen și magnetizat uniform, polii magnetici ar corespunde cu cei geografici și meridianele magnetice cu cele geografice. În realitate însă, cîmpul magnetic observat în diferite puncte ale scoarței are valori diferite față de valorile calculate teoretic și diferența între valorile calculate și cele măsurat reprezintă *anomalii magnetice*. După întinderea lor, aceste anomalii se clasifică în anomalii continentale, regionale și locale.

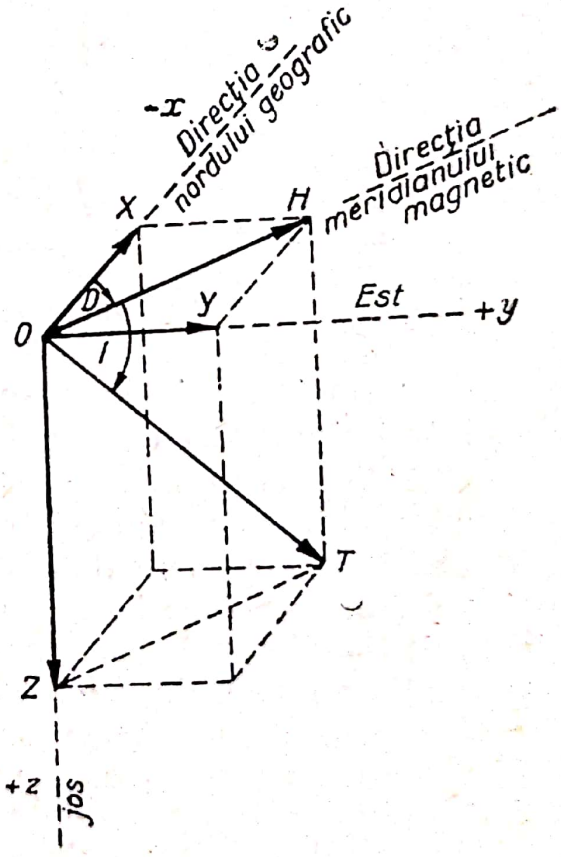


Fig. 27. Reprezentarea elementelor magnetismului terestru.

Cele mai importante pentru prospectarea substanțelor minerale utile sînt anomaliile locale determinate de îngrămădirea în anumite părți ale scoarței a unor substanțe cu permeabilitate magnetică mare. În scopul prospectării acestor substanțe, punerea în evidență a anomaliilor se face prin măsurarea valorilor componentei orizontale și în special a celei verticale.

Măsurătorile se fac cu *variometre magnetice* pe profile sau în rețea cu o densitate de puncte de măsurătoare (stații) de un punct la 0,5—5 km², în funcție de caracterul lucrărilor

(în anumite situații, în prospectarea unor zăcăminte de minereuri se utilizează și măsurători în rețea pătratică cu latura de 10—50 m).

Intensitatea sau forța cîmpului magnetic într-un punct dat se măsoară în unități numite Oested (Oe) și reprezintă intensitatea care acționează cu o forță de 1 dynă pe o unitate a masei magnetice.

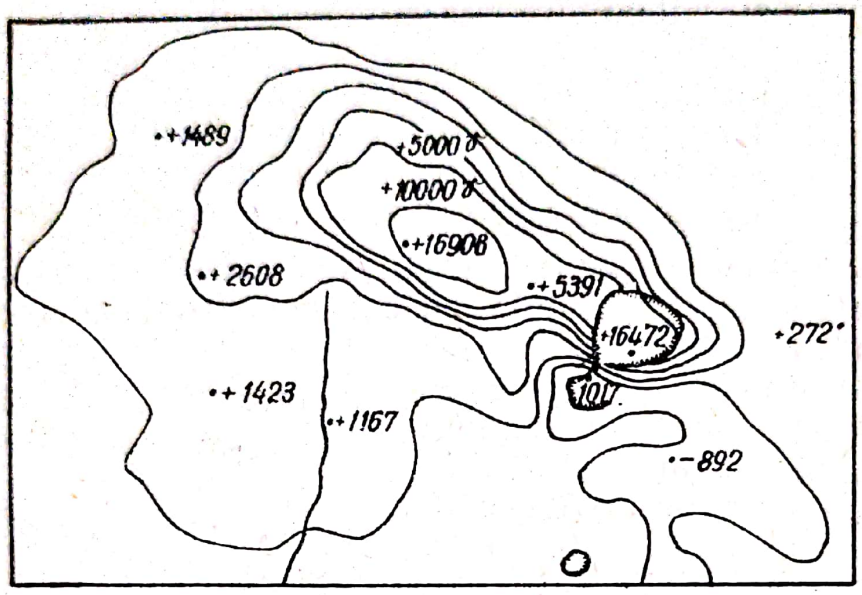


Fig. 28. Harta magnetometrică.

În magnetometrie, la măsurarea cîmpului magnetic terestru se întrebuințează ca unitate de măsură $\gamma = 0{,}00001$ Oe.

Citirile făcute în punctele de măsură sînt prelucrate (se fac și anumite corecții) și transformate în variațiuni λ față de o bază la un moment dat. Valorile calculate se trec pe hărți și prin unirea punctelor cu valori egale se obțin hărți cu izolinii (izodiname), care conturează anomaliile componentei respective măsurate (fig. 28).

În prospecțiunea magnetometrică, măsurătorile cele mai frecvente se referă la componenta verticală Z. Anomaliile ΔZ, înregistrate ca maxime, pot avea mai multe explicații geologice, între care cele mai importante sînt:

— prezența în subsol a unui zăcămînt de minereu feromagnetic;

— prezența unui masiv de roci eruptive bogate în minerale magnetice;

— prezența în învelișul sedimentar a unei formații în care sînt remaniate și diseminate minerale magnetice.

Recunoașterea uneia din aceste situații se poate face prin compararea hărții geologice cu harta magnetometrică a teritoriului respectiv și prin analizarea tuturor condițiilor în care a avut loc evoluția geologică a acestui teritoriu.

Pentru anumite zăcăminte de substanțe minerale utile, cum sînt, de exemplu, zăcămintele de magnetit, titanomagnetit, pirotină și hematit, metoda magnetometrică de prospecțiune reprezintă o metodă de bază. Alte zăcăminte ca cele de siderită și limonit, pălăriile de fier ale zăcămintelor de sulfuri, zăcămintele de stibiu, wolfram, plumb și zinc pot fi de asemenea prospectate prin metoda magnetometrică atunci cînd conțin și minerale puternic magnetice.

Contribuind la descifrarea reliefului și naturii fundamentului cristalin, dînd în același timp informații și despre structura învelișului sedimentar, metoda magnetometrică de prospecțiune poate fi întrebuințată și ca metodă indirectă în prospectarea zăcămintelor de petrol, gaze, cărbuni și sare.

Ca și pentru gravimetrie, rezultatele metodei magnetometrice au mai mult un aspect calitativ. Calculul adîncimii corpului perturbant, respectiv al zăcămîntului de substanță minerală utilă, este dependent de o serie de parametri a căror valoare nu este cunoscută cu precizie. Caracterul calitativ al rezultatelor este însă în afară de orice discuție. Este recomandabil ca metoda magnetometrică să fie combinată cu cea gravimetrică și din suprapunerea și corelarea rezultatelor obținute prin cele două metode, se pot trage concluzii geologice mai apropiate de realitate.

Pentru obținerea unei imagini generale care să servească și pentru planificarea lucrărilor detaliate ulterioare, uneori, se execută în prealabil și o prospecțiune magnetometrică din avion (aeromagnetometrie).

Procedeul acesta este aplicat în mod curent în U.R.S.S.

c. **Prospecțiunea electrometrică.** Această metodă de prospecțiune geofizică studiază fenomenele care iau naștere la trecerea unui curent electric prin rocile care alcătuiesc subsolul unei regiuni, în vederea descifrării structurii sale geologice și a descoperirii unor zăcăminte de substanțe minerale utile.

Proprietatea fizică a rocilor folosită în această metodă de prospecțiune este rezistivitatea. Rezistivitatea electrică sau inversul ei, conductibilitatea electrică, variază în limite foarte largi în cazul rocilor și mineralelor.

Scanned with OKEN Scanner

Valorile rezistivității specifice pentru unele roci și minerale sînt date în tabela 5.

Tabela 5

Valorile rezistivității specifice (ohmi m) pentru unele roci și minerale

Tipuri de roci și minerale	Rezistivitatea specifică	Tipuri de roci și minerale	Rezistivitatea specifică
Roci eruptive		*Roci sedimentare*	
Bazalt	2.10^4	Anhidrit	$10^3 - 10^5$
Granit	$3.10^2 - 3.10^4$	Argilă cu apă sărată	0,5 — 10
Diabaz	$2.10 - 2.10^4$	Șisturi argiloase	$4.10^{-4} - 9.10^2$
Diorit	5.10^4	Calcare	$6.10 - 5.10^5$
Roci metaiorice		Sare	$3.10 - 10^5$
Gnais	$2.10^2 - 3{,}4.10^4$	Conglomerate	$2{,}5.10 - 1{,}15.10^4$
Cuarțit	$10 - 2.10^5$	Marne	$0{,}5 - 7.10$
Șisturi cristaline	$2.10^2 - 2.10^4$	Nisip	$1 - 5.10^3$
Marmură	$10^2 - 10^5$	Nisip saturat cu apă dulce	10
Metale și mineral		Nisip saturat cu apă sărată	0,2 — 4
Cupru	$1{,}5.10^{-8} - 1{,}5.10^{-3}$	Gresie	$3.10 - 1.10^5$
Nichel	$1.10^{-7} - 1{,}5.10^{-3}$		
Pirită	$6.10^{-4} - 1.10^{-6}$	*Ape naturale*	
Calcopirită	$1{,}5.10^{-4} - 3{,}5.10^{-1}$	Ape de zăcămînt	$10^{-1} - 1$
Combustibili		Apă marină	6.10^{-1}
Cărbune brun	$9 - 2.10^2$	Ape dulci	$10 - 10^2$
Huilă	$1 - 2.10^5$		
Petrol	10^{12}		

Studiul electrometric al scoarței se poate face sub formă de prospecțiune de suprafață sau ca investigație în găuri de sondă. Prospecțiunea electrometrică de suprafață studiază cîmpul electric născut în scoarță prin introducerea unui curent continuu sau alternativ, sau studiază variațiile curenților telurici, adică ale cîmpului electric natural al Pămîntului.

Cea mai larg răspîndită este prospecțiunea care folosește cîmpul electric creat artificial și care cuprinde următoarele metode grupate după felul curentului :

Electrometrie cu ajutorul curentului continuu :

— metoda cîmpului electric natural ;

— metoda rezistivităților.

Electrometrie cu ajutorul curentului alternativ:

— metoda spirei;
— metoda liniilor echipotențiale;
— metoda intensității;
— metoda inducției;
— metoda undelor (undometrică).

Metodele bazate pe folosirea curentului alternativ se folosesc pentru prospectarea zăcămintelor de la adîncimi mici (pînă la 200 m), iar cele cu curent continuu pentru zăcăminte mai adînci.

Utilizare mai largă au metodele care folosesc curentul continuu.

Metoda cîmpului electric natural (a polarizației sau potențialului natural = *PN*) constă în măsurarea cîmpului electric natural existent în apropierea zăcămintelor cu conductibilitate mare (de exemplu, în jurul zăcămintelor de nichel și cobalt, a zăcămintelor de sulfuri etc.), sau în strate poroase în care circulă soluții cu grade diferite de mineralizare. În găurile de sondă, cîmpul curenților electrici naturali este denumit cîmpul polarizației spontane *PS*.

Apariția curenților electrici naturali în jurul zăcămintelor se explică prin reacțiile chimice dintre corpurile de minereu și soluțiile din rocile înconjurătoare. Prin transformarea energiei chimice în energie electrică se produc și încărcări electrice; minereul se încarcă pozitiv în zona de oxidație și negativ în zona de cimentație, iar mediul înconjurător capătă sarcini electrice cu semn contrar față de minereu (fig. 29).

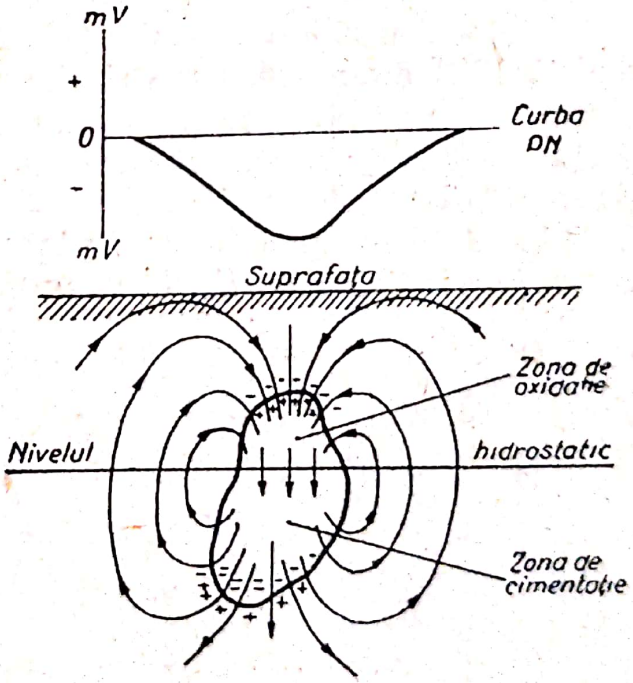


Fig. 29. Schema fenomenului *PN*.

Minereul și mediul înconjurător fiind medii conductibile, iau naștere curenți electrici dirijați de jos în sus în mediul înconjurător și de sus în jos în corpul de minereu. Făcînd măsurători la suprafață, se obține potențialul negativ.

Scanned with OKEN Scanner

Măsurătorile se fac pe o rețea de profile paralele, utilizînd electrozi care nu se polarizează și un potențiometru. Valorile obținute se trec pe hărți, se unesc punctele cu valori egale și se obțin hărți cu izolinii de potențial (echipotențiale).

Izoliniile care închid valori negative mari sînt situate, în general, deasupra corpului de substanță minerală utilă.

Metoda rezistivităților constă principial în introducerea unui curent electric de intensitate I în pămînt cu ajutorul a doi electrozi de alimentare A și B și măsurarea diferenței de potențial ΔV între alți doi electrozi denumiți receptori, M și N, așezați pe linia AB, simetric față de A și B.

Valoarea rezistivității specifice aparente (ρa) a mediului străbătut de curent se determină din formula:

$$\rho a = k \frac{\Delta V}{I}.$$

în care K este un coeficient a cărui valoare depinde numai de distanțele AB și MN $\left[K = \pi\ n(n-1)\ l \text{ și } n = \frac{L+l}{2l} \right.$, unde L = distanța AB, iar l = distanța $MN\Big]$.

În seriile sedimentare se întîlnește o mare varietate de rezistivități electrice. Urmărind pe o suprafață mai mare un orizont cu rezistivitate mare sau mică, se poate determina în seria sedimentară cercetată existența unor structuri sau a unor accidente tectonice.

Metodica măsurătorilor de teren cuprinde două procedee: *sondaje electrice verticale și profile electrice.*

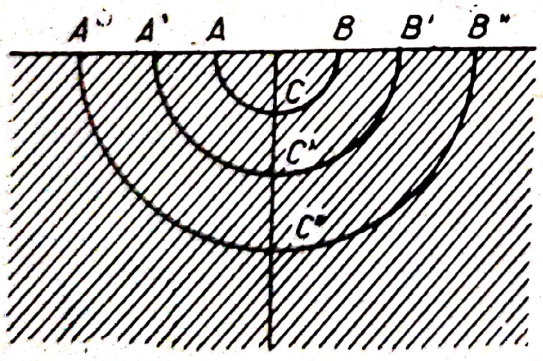


Fig. 30. Schema introducerii curentului într-un mediu omogen și izotrop.

Sondajul electric vertical (*SEV*) constă în urmărirea pe verticală a variației rezistivității specifice aparente a rocilor. Distanța dintre electrozii alimentatori A și B se mărește succesiv, $A'B'$, $A''B''$, mărindu-se prin aceasta și adîncimea de investigare C, C', C'' (fig. 30). În mod practic, se consideră că adîncimea de investigare în cazul sondajului electric vertical corespunde aproximativ cu 1/4 din lungimea liniei AB. Lungimea liniei AB poate fi de 0,2—20 km. Rezultatele măsurătorilor se reprezintă sub formă de grafice

numite curbe *SEV*, care servesc ca material de bază la întocmirea secțiunilor geoelectrice, a hărților de izoohme și a hărților structurale.

Profilele electrice diferă de procedeul *SEV* prin aceea că distanța dintre electrozii de alimentare *A* și *B* se menține constantă. Rezultatul măsurătorilor se prezintă sub formă de profile de rezistivități (profile geoelectrice) și uneori, în cazul unei rețele de profile, sub formă de hărți de izoohme. Procedeul dă rezultate bune în cazul structurilor situate la adîncimi mici (sub 200 m), cu înclinări mari ale stratelor și acoperite de aluviuni.

Metoda rezistivităților, în special procedeul *SEV*, are cea mai largă răspîndire în prospectarea structurilor petrolifere și gazeifere din formații sedimentare terigene. Interpretarea geologică a rezultatelor obținute pe această cale se recomandă a fi făcută prin corelarea cu rezultatele obținute și prin alte metode geofizice, în special prin seismometrie, deoarece rezistivitatea rocilor este influențată în mare măsură de cantitatea de apă din porii rocilor și mai ales de cantitatea de săruri dizolvate în apă.

Dintre metodele care folosesc curentul alternativ, metoda spirei poate fi aplicată în lucrările de prospecțiune pentru petrol, iar celelalte, pentru prospectarea zăcămintelor de minereuri.

Metoda spirei se bazează pe studiul cîmpului electromagnetic care ia naștere la trecerea curentului electric prin pămînt. Cîmpul magnetic este direct proporțional cu curentul electric, iar acesta are o intensitate mai mare în sectoarele în care rocile au rezistența mai mică.

În rocile sedimentare, conductibilitatea electrică este mai mare în lungul stratelor și pe direcția liniei de cea mai mare pantă. În consecință, vectorul intensității curentului electromagnetic capătă o anumită orientare în spațiu, de unde posibilitatea determinării direcției și înclinării stratelor din studiul cîmpului electromagnetic la suprafața Pămîntului.

Metoda liniilor echipotențiale constă în introducerea curentului alternativ în pămînt cu ajutorul unor electrozi și studierea deviațiilor liniilor echipotențiale de la poziția lor normală.

Metoda se aplică cu succes în prospectarea zăcămintelor de minereuri în formă de lentile sau volburi. Față de rocile înconjurătoare, minereurile au, în general, o conductibilitate mult mai mare. Din această cauză, la introducerea curentului

Scanned with OKEN Scanner

alternativ, liniile echipotențiale se vor rări (fig. 31). Dacă însă rezistivitatea corpului de substanță minerală utilă este mai mare decît a rocilor înconjurătoare, liniile echipotențiale se vor îndesi.

O variantă a metodei liniilor echipotențiale o constituie *metoda corpului încărcat*, aplicabilă numai atunci cînd se poate atinge direct cu un electrod corpul mineralizat — de exemplu, într-o galerie sau într-un sondaj.

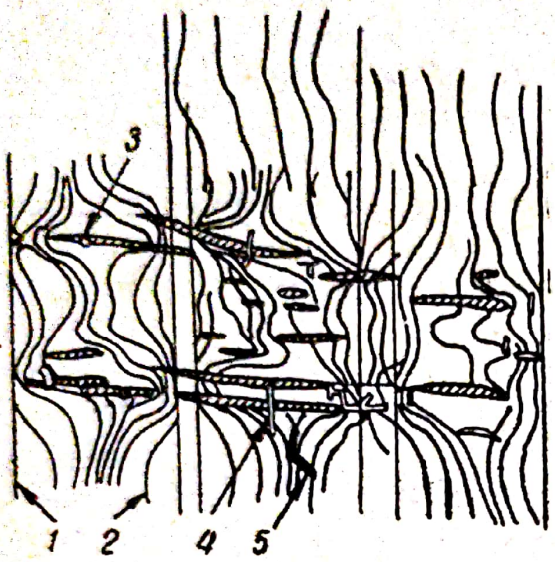


Fig. 31. Distribuția liniilor echipotențiale în zona unor lentile de pirită :

1 — electrod ; *2* — linii echipotențiale *3* — indicații electrice puternice ; *4* — șanț executat după prospecțiunea electrică ; *5* — șanț executat anterior.

Celelalte metode care folosesc curentul alternativ — *metoda intensității* și *metoda inducției* se folosesc tot pentru prospectarea zăcămintelor de minereuri. Metoda intensității folosește, ca și metoda liniilor echipotențiale, un curent alternativ de joasă frecvență (500—1 000 per/s), în timp ce metoda inducției folosește un curent alternativ cu frecvența de 25 000—60 000 per/s. Această ultimă metodă are aplicații în prospectarea minereurilor sub formă de filoane, lentile sau umpluturi pe falii și crăpături.

Metoda undelor sau undometrică se bazează pe legile propagării undelor electromagnetice în mediile de diferite rezistențe și este folosită numai în prospecțiunea zăcămintelor de minereuri aflate la adîncimi mici (cîteva zeci de metri), din cauza puternicii absorbții, de către roci, a acestor unde.

d. **Prospecțiunea seismometrică**. Metoda seismică de prospecțiune (seismometria) permite descifrarea structurii geologice a unei regiuni în care sînt dezvoltate formații sedimentare, semnalează și conturează poziția în spațiu a anticlinalelor, a suprafețelor de discordanță stratigrafică a fracturilor principale și, în general, a majorității elementelor geologice în care este posibilă descoperirea unui zăcămînt de petrol sau gaze. Procurînd date despre grosimea și structura învelișului sedimentar, metoda seismică poate fi folosită pentru informații mai generale și în prospectarea altor substanțe minerale utile legate de formațiile sedimentare, cum sînt, de exemplu, cărbunii, sarea și diferite roci utile.

Scanned with OKEN Scanner

Metoda se bazează pe proprietatea undelor elastice, produse prin explozii provocate în apropierea suprafeței pămîntului, de a se propaga prin rocile întîlnite în adîncime, cu anumite viteze.

În drumul lor, undele suferă o pierdere din energie datorită „rezistenței acustice" opusă de rocile străbătute. În același timp, la trecerea din medii cu anumite viteze de propagare în medii cu alte viteze, undele suferă fenomene de reflexie și refracție, apoi se întorc la suprafața pămîntului unde sînt recepționate. Fenomenele de reflexie și refracție se petrec la nivelul anumitor limite de stratificație la care sînt realizate condițiile de reflectare sau refractare a undelor elastice.

Cunoscînd timpul scurs t din momentul exploziei pînă în momentul sosirii undelor și cunoscînd viteza de propagare a undelor v, se poate determina adîncimea la care se găsește limita respectivă H, după relația : $H = \frac{vt}{2}$.

Viteza de propagare a undelor elastice prin roci depinde de compoziția litologică, porozitate, umiditate și adîncime, respectiv vîrsta geologică a lor. În general, viteza crește cu adîncimea (grad de compactare mai mare) și este mai mare pentru rocile aparținînd formațiilor geologice mai vechi. În tabela 6 sînt date informativ cîteva valori privind vitezele de propagare a undelor elastice în diferite tipuri de roci precum și unele viteze medii pe formații.

După fenomenul fizic folosit, metodele seismice se clasifică în metode *seismice de reflecție* și metode *seismice de refracție*.

Tabela 6

Viteza de propagare a undelor elastice

Tipuri de roci	Viteze medii, în m/s	Formații	Viteze medii, în m/s
Sol	200 — 800	Cuaternar	500
Nisip	300 — 1 300	Terțiar (roci	
Argilă	1 800 — 2 400	terigene)	2 000
Gresie	2 000 — 3 600	Cretacic	2 000 — 3 000
Calcare	3 200 — 5 500	Jurasic	2 200 — 3 200
Sare gemă	4 500 — 5 500	Permotriasic	2 500 — 4 500
Roci cristaline	4 500 — 6 000		

Scanned with OKEN Scanner

Metoda seismică de reflexie are o utilizare mult mai largă și este aplicată cu succes în prospectarea formațiilor care alcătuiesc în special depresiunile premontane sau intramontane și depresiunile de platforme, constituite predominant din alternanțe de roci terigene, în care există numeroase limite de stratificație cu contraste litologice care pot produce ușor reflectarea undelor elastice. Ca metodă de lucru se utilizează profilul de corelație continuă, semisondajul clasic sau seismosondajul spațial de masă.

Metoda seismică de refracție este aplicată mai ales pentru determinarea grosimii învelișului sedimentar și pentru prospectarea formațiilor predominant calcaroase de pe platforme. O variantă mai modernă a metodei seismice de refracție este metoda corelării undelor refractate *(KMPV)*.

1) *Seismica de reflexie.* Cea mai largă răspîndire o are *profilul de corelație continuă.* Producerea undelor elastice se realizează în lungul profilului prin explodarea unei cantități oarecare de dinamită în găuri de sondă, distanțate la circa 500 m și adînci de 20—30 m. Undele elastice reflectate sînt recepționate la suprafață de aparate numite seimografi sau geofoni, în număr de 24, 26 sau 60 (după tipul de stație seismică) și așezați în lungul profilului la distanțe de 15—50 m. Prin inducție electromagnetică, aceștia permit transformarea oscilației mecanice a solului în curent electric, care, amplificat în stația seismică, va putea fi înregistrat fotografic pe o seismogramă sub forma unui impuls. Seismograma are marcate pe ea diviziuni, reprezentînd sutimi de secundă. Complexul geofon-amplificator-galvanometru se numește *canal*, de unde numirea de *stație seismică cu 24, 26 sau 60 canale.* Fiecare canal este înscris pe seismogramă. Momentul exploziei este înregistrat pe unul din canale așa că, ținînd seama de acest fapt și de diviziunile de timp marcate pe seismogramă, se poate afla timpul necesar undei elastice ca să parcurgă spațiul : suprafață — limita de reflexie — suprafață.

Viteza de propagare a undelor elastice se cunoaște prin măsurători directe făcute în sonde adînci (seismo-carotaj) sau se determină prin metode teoretice.

Avînd timpul și viteza cunoscute, se poate determina adîncimea limitei reflectatoare. Înclinarea sa se determină prin calcul în funcție de diferența de timp înregistrată pe seismogramă (Δt) pentru geofonii extremi.

În mod similar se procedează pentru toate reflexiile (impulsurile) înscrise pe seismogramă, pentru fiecare punct de explozie.

Scanned with OKEN Scanner

Transpunerea limitelor reflectatoare pe toată linia de profil duce la construirea secțiunii seismice. Unele reflexii au o formă caracteristică de înscriere pe seismograme și se pot urmări și corela pe distanțe mari în lungul profilului. Pe secțiune, ele apar ca *orizonturi reflectatoare caracteristice* (fig. 32) și servesc ca repere pentru construirea *hărților structurale*.

Asemenea reflexii caracteristice sînt produse în contraste litologice puternice și corespund adesea la repere sau limite stratigrafice, cum sînt, de exemplu, limita dacian-pontian în Depresiunea Precarpatică, limita sarmațian-cretacic pe marginea nordică a Platformei Moesiene etc.

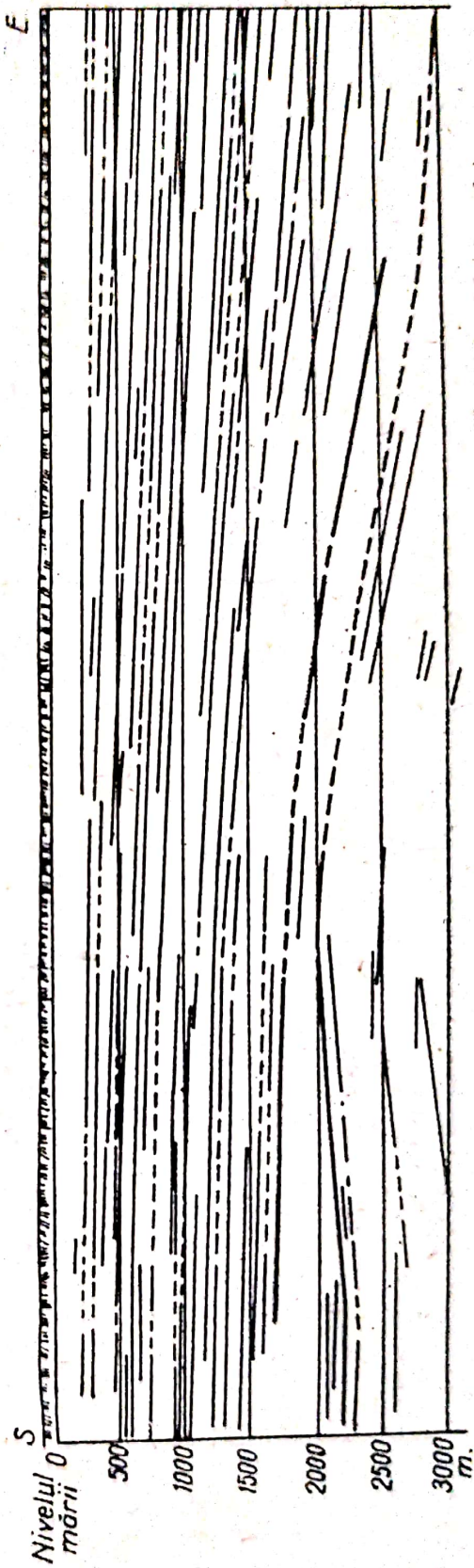


Fig. 32. Secțiune seismică.

Alteori, orizonturile reflectatoare, deși numeroase, nu au nici formă de înscriere caracteristică pe seismogramă și nici nu se pot corela pe baza altor criterii. În asemenea situație, secțiunea seismică are un aspect mai mult calitativ (fig. 33). Prin trasarea unui *orizont convențional* sau *fantomă*, paralel cu majoritatea orizonturilor reflectatoare, se poate obține o imagine calitativă a structurii într-o *schemă structurală* (fig. 34). În sfîrșit, cînd orizonturile reflectatoare sînt în număr restrîns, necaracteristice și necorelabile, secțiunea seismică permite doar indicarea unor axe structurale care pot fi figurate pe o *schiță tectonică* (fig. 35).

Scanned with OKEN Scanner

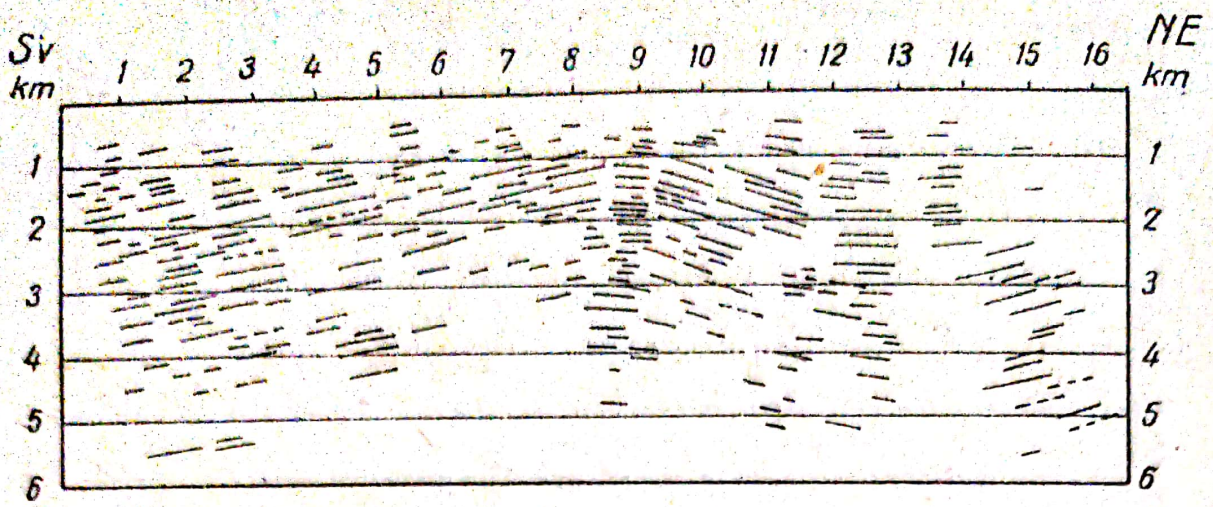


Fig. 33. Secțiune seismică fără orizonturi reflectatoare caracteristice.

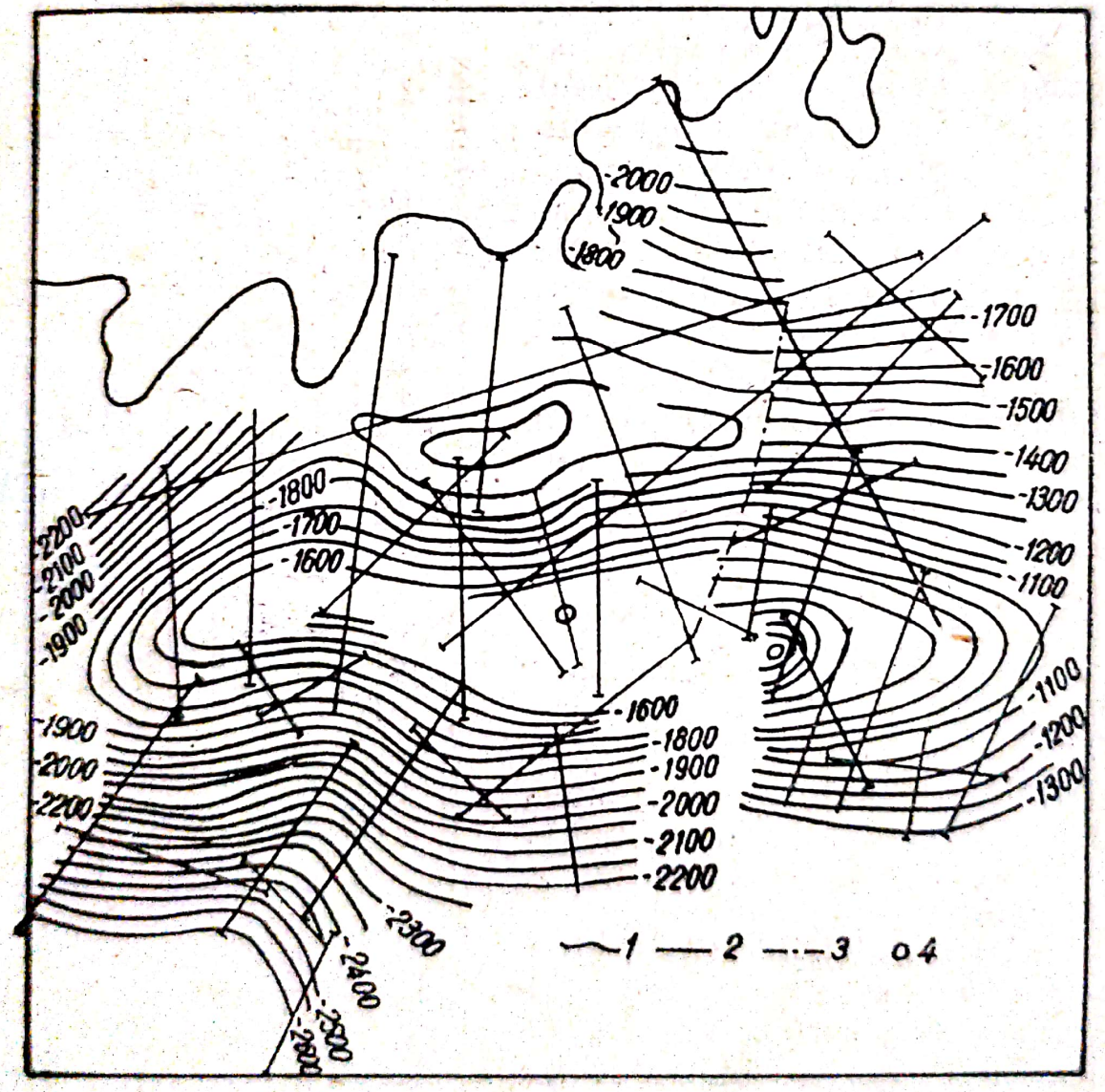


Fig. 34. Schemă structurală:
1 — izohipsele orizontului seismic convențional; *2* — linia profilelor; *3* — falii; *4* — punctele de amplasare a sondelor de adîncime.

Scanned with OKEN Scanner

Metoda profilului de corelaţie continuă este cea mai avantajoasă în lucrările de prospecţiuni pentru petrol şi gaze pentrucă, în cazul construirii hărţii structurale, se conturează structura şi se pregăteşte în cele mai bune condiţii pentru proiectarea forajului de explorare.

Seismosondajul clasic a fost aplicat înainte de profilul de corelaţie continuă şi se mai aplică şi astăzi, mai ales în regiuni cu relief accidentat. Prin această metodă se obţin numai vectori de înclinare de la anumite adîncimi, dar corelarea şi întocmirea unei hărţi structurale nu este posibilă. Imaginea are mai mult un aspect calitativ, dar, chiar în aceste condiţii, este deosebit de utilă pentru proiectarea explorării.

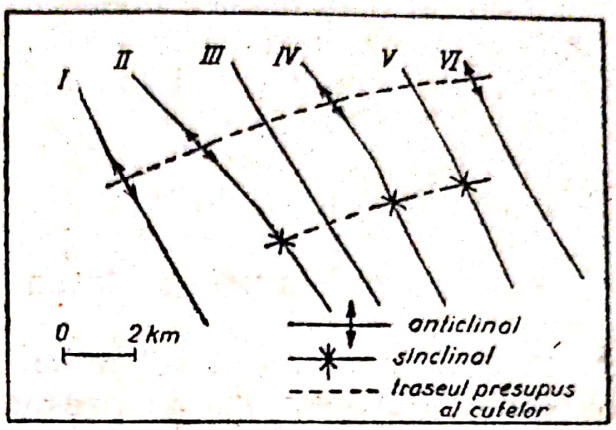


Fig. 35. Schiţă tectonică:
I, II IV — traseul profilelor seismice.

Pentru zone cu relief şi tectonică foarte complicată, cum este, de exemplu, zona flişului, descifrarea structurii de adîncime se face prin aplicarea unor alte variante ale seismicei de reflexie, cum este, de exemplu, metoda *seismosondajului spaţial de masă* sau *metoda recepţiei dirijate a undelor reflectate (RNP).*

2) *Seismica de refracţie* este mai rar întrebuinţată decît cea de reflexie. Informaţiile obţinute prin această metodă sînt valoroase pentru cunoaşterea grosimii formaţiilor sedimentare în anumite zone depresionare (depresiuni premontane, intramontane şi pe platforme) sau pentru cunoaşterea structurii geologice în zone cu formaţii sedimentare predominant calcaroase, cum este cazul, de exemplu, al Platformei Moesiene. Undele elastice suferă fenomenul de refracţie în cazul cînd trec dintr-un mediu cu viteză de propagare mai mică în altul cu viteză de propagare pronunţat mai mare.

În condiţiile geologice din Platforma Moesiană, asemenea fenomene au loc la limita dintre depozitele neogene şi cretacice, la intrarea în dolomitele malm-neocomiene, la intrarea în dolomitele triasicului mijlociu şi la intrarea în fundamentul cristalin. Asemenea limite pot fi folosite şi ca repere în metoda de corelaţie a undelor refractate *(KMPV)*, de pe urma căreia rezultă de asemenea hărţi şi scheme structurale.

Scanned with OKEN Scanner

Procurînd informații asupra adîncimii și configurației fundamentului cristalin, metoda seismică de refracție apare deosebit de valoroasă pentru prospectarea și explorarea zăcămintelor de petrol și gaze. Zonele de ridicare ale fundamentului sînt în același timp și zone de dezvoltare a rocilor de acumulare, așa că datele obținute prin această metodă permit nu numai descifrarea istoriei geologice a unei regiuni, ci contribuie direct la rezolvarea problemelor de interes practic.

În mod similar, informațiile privind grosimea sedimentarului și configurația reliefului fundamentului sînt de interes deosebit în prospectarea și explorarea unor zăcăminte de cărbuni.

Privită în general, seismometria apare ca cea mai eficientă metodă geofizică în prospectarea zăcămintelor de substanțe minerale utile legate de formațiile sedimentare și în mod special a zăcămintelor de petrol și gaze. Secțiunile seismice și hărțile structurale rezultate prin aplicarea acestei metode permit cu destulă precizie plasarea în spațiu a structurilor și formațiilor geologice în care poate fi așteptat un zăcămînt de petrol sau gaze și deci proiectarea în bune condiții a forajului de explorare.

e. **Prospecțiunea radioactivă.** Prospecțiunea radioactivă se ocupă cu măsurarea la suprafață a intensității radiațiilor emise de substanțele radioactive din subsol, în vederea studierii acestora și a descoperirii de substanțe minerale utile. Rocile, ca și aerul și apa din sol, prezintă o slabă radioactivitate; rocile sedimentre sînt mai slab radioactive decît cele eruptive, iar dintre acestea din urmă, cele acide sînt mai radioactive decît cele bazice (tabela 7).

Tabela 7

Conținutul mediu în elemente radioactive ale unor roci (g/g de rocă)

Natura rocilor	Radiul	Toriul
Roci eruptive acide	$3{,}01.10^{-2}$	$2{,}05.10^{-5}$
Roci eruptive neutre	$2{,}57.10^{-12}$	$1{,}64.10^{-5}$
Roci eruptive bazice	$1{,}28.10^{-12}$	$0{,}56.10^{-5}$
Roci sedimentare	$1{,}\ 4.10^{-12}$	$0{,}16.10^{-5}$

Elementele radioactive grupate în cele trei familii cunoscute (familiile uraniului, actiniului și toriului) au proprietatea ca prin dezintegrare să emită *radiații* (α, β și γ) și produse gazoase numite *emanații* (radon, actinon și toron).

Scanned with OKEN Scanner

Radiațiile emise au putere de pătrundere diferită, au capacitatea de a ioniza gazele și se comportă diferit în cîmpul electric și magnetic. Aceste proprietăți, în special capacitatea de ionizare a gazelor, sînt folosite în prospecțiunea radioactivă.

Față de fondul general al radioactivității difuze din scoarță există anumite zone cu radioactivitate mai intensă, provenite din dezagregarea elementelor radioactive ale unor zăcăminte existente în subsol. Asemenea zone sînt puse în evidență prin măsurarea radiațiilor și emanațiilor cu ajutorul radiometrelor.

În prospectarea zăcămintelor de petrol este folosită afinitatea materiei organice pentru substanțele radioactive. Petrolul fiind de *origină organică* reușește să acumuleze în timp radioactivitatea rocilor înconjurătoare.

În prospecțiunea radioactivă sînt folosite două metode:

— *radiometria* (ionometria) prin care se determină intensitatea radiațiilor ;

— *emanometria* prin care se determină cantitatea de emanații (radon) și variația ei în aerul teluric.

Metoda radiometrică se poate aplica prin măsurători făcute cu radiometrul, din avion (*ridicare aerogama*), cu radiometrul montat pe un autovehicul *(ridicare gama-auto*) sau cu un radiometru *portativ*. Prospecțiunea din avion are caracter de recunoaștere generală și servește pentru planificarea lucrărilor terestre ulterioare, mai detaliate.

Pentru conturarea zăcămintelor de minereuri radioactive se măsoară atît intensitatea curentului de particule β cît și a radiațiilor γ. Pentru zăcămintele de petrol se măsoară numai radiațiile γ. Măsurătorile sînt făcute cu diferite radiometre, între care se menționează : *camera de ionizare* și *dispozitive cu tuburi numărătoare* (contoare Geiger-Müller, contoare cu scintilație, radiometre de tipuri diferite).

Măsurătorile se fac pe profile, iar rezultatele se trec pe hărți : prin unirea punctelor cu intensități egale de radiații, se obțin hărți cu *izorade*, pe care sînt conturate zone de maxime și minime (fig. 36). Zonele de maxim se suprapun peste zonele de concentrație a minereului radioactiv. În cazul zăcămintelor de petrol, zona de acumulare a petrolului corespunde unei zone de minim de radiații, ceea ce se explică prin cantitatea mare de săruri ale elementelor radioactive dizolvate în apele de zăcămînt (fig. 37).

Metoda emanometrică se bazează pe cercetarea emanației care rezultă în urma dezintegrării elementelor radioactive.

Scanned with OKEN Scanner

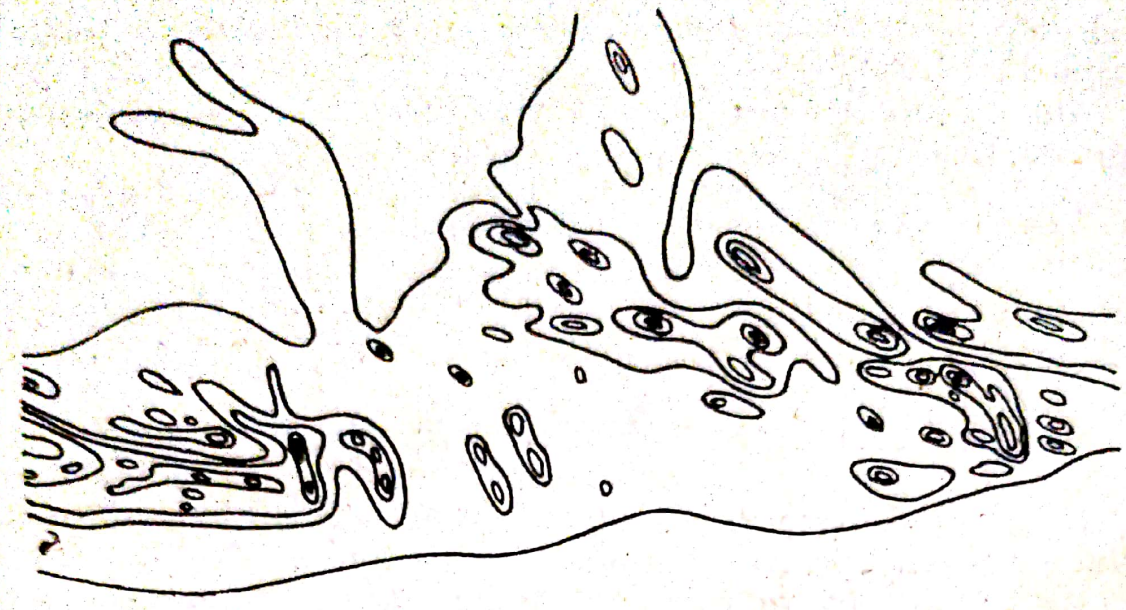


Fig. 36. Harta izoradelor într-o regiune cu zăcăminte de uraniu şi toriu.

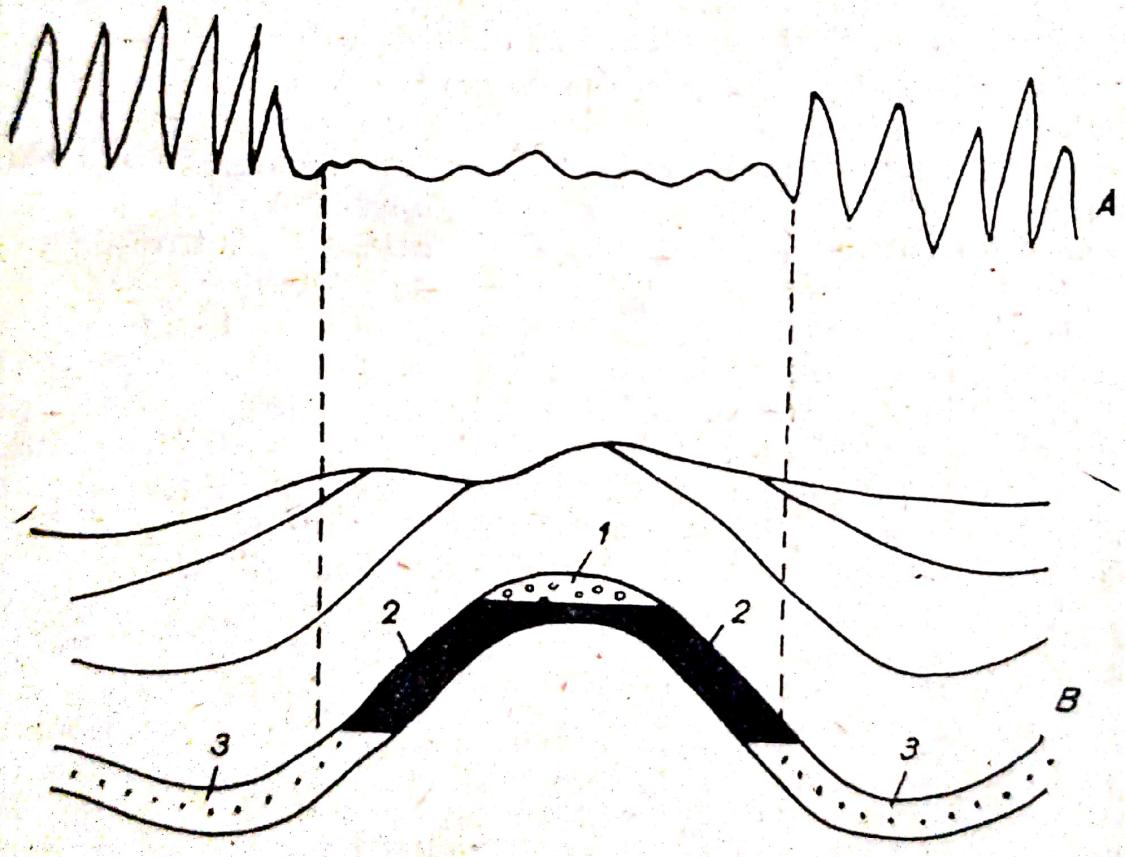


Fig. 37. Curba radiaţiilor gama de-a lungul unui profil care traversează un zăcământ de petrol:
1 — gaze; *2* — petrol; *3* — ape de zăcământ.

Scanned with OKEN Scanner

Aceste emanații difuzează spre suprafață, ajungînd pînă în sol unde se concentrează și dau naștere la centre secundare de radioactivitate.

De obicei, în cercetarea emanațiilor se detectează mai ușor aureola de radon care este mai persistent din cauza

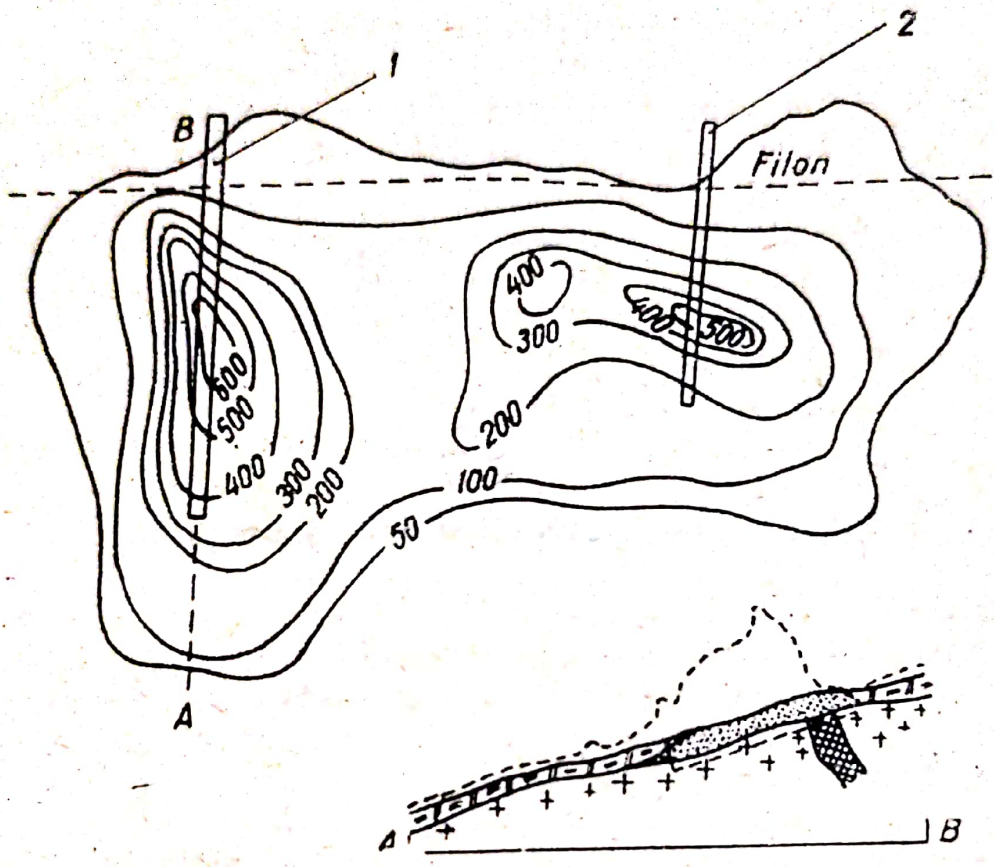


Fig. 38. Harta izoemanilor și schema de investigare a anomaliei prin șanțurile *1* și *2*.

vitezei de dezintegrare mai redusă (viteza de dezintegrare este de 3,8 zile pentru radon, dar numai de 54,5 s pentru toriu și de 3,9 s pentru actiniu). Măsurătorile constau din colectarea probelor de aer din sol și determinarea concentrației lor în radon.

Probele se iau pe profile din găuri adînci de cel puțin 1 m sau din sonde de 10—20 m. Rezultatele lucrărilor sînt prezentate sub formă de profile și hărți de *izoemani* (fig. 38). Se consideră ca anomalii de emanație zonele care conțin valori ce depășesc cel puțin de trei ori valoarea fondului normal al radioactivității aerului din sol.

Metoda de prospecțiune radioactivă cu variantele sale este considerată ca o metodă directă pentru descoperirea

minereurilor radioactive. Pentru zăcămintele de petrol, ea trebuie considerată ca o metodă ajutătoare, fiind utilizată în combinație cu alte metode geofizice și geochimice.

f. **Prospecțiunea geotermică.** Conductibilitatea termică a rocilor fiind variabilă, suprafețele geoizoterme sînt neregulate. Aceste suprafețe ar fi regulate dacă pămîntul ar fi omogen. Cînd însă în scoarță se găsește un corp cu conductibilitate termică mai mare, cum este cazul corpurilor de minereuri, de exemplu, liniile izoterme se vor rări din cauza creșterii treptei geotermice. Situația va fi inversă în cazul unui corp cu conductibilitate termică mică.

Pe această situație se bazează unele măsurători de temperatură făcute cu termometre speciale în sondaje de 1—2 m, executate în condiții identice și în aceleași roci. Datele obținute trebuie corelate cu date obținute prin alte mijloace de prospecțiune, și au doar o valoare informativă.

3. Metode geochimice de prospecțiune

Metodele geochimice de prospecțiune cuprind un ansamblu de cercetări prin care se pun în evidență și se conturează aureolele geochimice primare și secundare în vederea descoperirii unor acumulări de substanțe minerale utile. Orice zăcămînt este capabil să genereze aureole geochimice ca urmare a acumulării treptate a elementelor în cadrul proceselor de formare a corpurilor de substanțe minerale utile sau a migrării elementelor în rocile înconjurătoare, în depozitele de neoformație, în plante și în ape.

Dacă se recoltează probe geochimice din sol, din roci, în deschideri naturale sau artificiale (puțuri, sonde etc.), din deluviu, din eluviu, din mîlurile argiloase acumulate în albia cursurilor de apă, din plante și din apă, și se determină conținutul în anumite elemente metalice, se obțin o serie de informații asupra zonelor cu concentrații mai mari decît valoarea medie a fondului geochimic. Aceste zone, care corespund aureolelor geochimice primare și secundare, indică acumulări de substanțe minerale utile în porțiunea respectivă de teren.

De asemenea, determinarea unor cantități de hidrocarburi gazoase sau lichide în aceste probe, constituie premise favorabile pentru justificarea activității de prospecțiune și explorare pentru petrol sau gaze în regiunea respectivă.

Scanned with OKEN Scanner

În funcție de natura materialului care se recoltează pentru efectuarea analizelor, se disting următoarele metode geochimice de prospecțiune: metoda *pedogeochimică*, metoda *litogeochimică*, metoda *hidrogeochimică* și metoda *biogeochimică*.

În faza lucrărilor preliminare de prospecțiune se obțin numai informații asupra principalelor zone cu anomalii geochimice, iar în faza lucrărilor de detaliu se cercetează amănunțit aceste anomalii. Interpretarea anomaliilor trebuie să se facă în funcție de particularitățile structurale ale regiunii.

a. **Prospecțiunea pedogeochimică.** Prospecțiunea pedogeochimică constă în *luarea probelor* de sol dintr-o anumită porțiune de teren și din *determinarea conținutului în elemente metalice*, cu scopul de a identifica zonele în care se găsesc eventualele zăcăminte de substanțe minerale utile. Solul format deasupra corpurilor de substanțe minerale utile este mult mai bogat în elemente metalice decît solul format prin alterarea rocilor sterile. Datorită acestui fapt, pe fondul geochimic normal apar zone cu conținuturi mai mari în anumite elemente metalice, adică zone de anomalii care corespund aureolelor geochimice a zăcămintelor de substanțe minerale utile.

Luarea probelor: Zona din care se colectează probe de sol se delimitează pe baza indicațiilor rezultate din lucrările de prospectare geologică și în care se presupune existența unor corpuri de substanțe minerale utile. Pentru delimitarea acestor zone se vor evita porțiunile de teren în care solul este contaminat, datorită apropierii de uzinele vechi sau existente, de lucrările miniere vechi și de căile de transport ale minereului. Se vor evita, de asemenea, porțiunile de teren pornite sau acoperite cu depozite groase de loess, aluviuni și conuri de dejecție.

Baza perimetrului de prospecțiune va fi paralelă cu direcția probabilă a zonei mineralizate sau, în cazul formațiilor sedimentare și metamorfice, va fi paralelă cu stratificația sau cu șistuozitatea acestora. Pe teren, baza se materializează printr-un element morfologic (vale, creastă, drum etc.) sau se orientează în raport cu meridianul magnetic.

Profilele de colectare a probelor se orientează perpendicular pe bază (fig. 39). Distanța dintre profile, în cazul prospecțiunii preliminare, va fi de 50—400 m, iar dintre punctele de colectare a probelor, din cadrul aceluiași aliniament,

Scanned with OKEN Scanner

va fi de 10—30 m. În prospecțiunea de detaliu, distanța dintre profile variază de la 10—30 m, iar dintre punctele de colectare a probelor de pe același aliniament, variază de la 5—20 m.

Forma rețelei de prospecțiune va fi dreptunghiulară, în faza cercetărilor preliminare, sau pătratică, în faza cercetărilor de detaliu.

Colectarea probelor trebuie să înceapă de la o margine a perimetrului și să avanseze spre marginea opusă așa cum este indicat în figura 39. Probele se iau din găuri adînci de 30—70 cm, executate cu burghiul (fig. 40). Uneori probele pot fi luate din gropi adînci de cel puțin 30 cm, săpate cu hîrletul sau tîrnăcopul. Extragerea probei de pe fundul găurii se face cu ajutorul forezei manuale. Pentru a evita contaminarea cu materialul căzut de pe peretele găurii, prima probă se aruncă și se extrage a doua de la o adîncime de 40—80 cm; greutatea probei colectate este de 100 g.

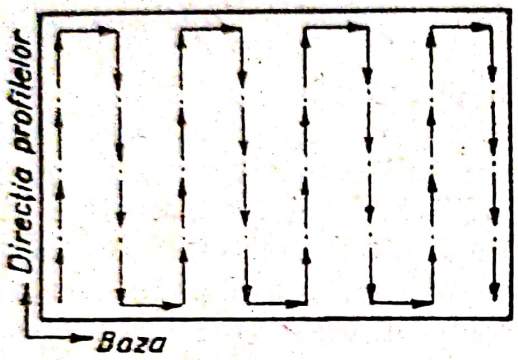


Fig. 39. Orientarea profilelor de colectare a probelor.

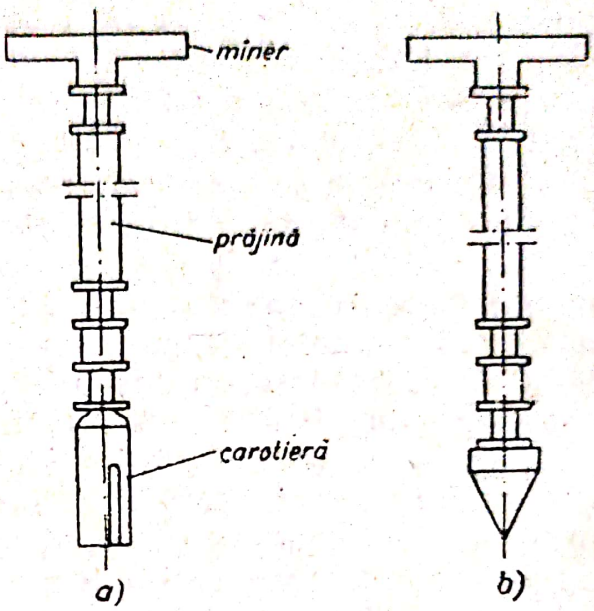


Fig. 40. Foreza manuală: *a* — cu prelungitor carotieră; *b* — cu prelungitor ascuțit.

Fiecare probă se ambalează și se etichetează, notîndu-se: numărul probei, numărul profilului, perimetrul, comuna și raionul. Dacă analizele nu se efectuează în laboratorul de teren, atunci probele trebuie uscate înainte de ambalare.

Pentru a putea regăsi punctele de probare, de-a lungul profilelor, se fixează borne sau se fac însemnări direct pe copaci. Însemnarea punctului de probare constă din indicarea numărului probei, a profilului și a perimetrului.

Analiza probelor. Analizele probelor colectate se efectuează în laboratorul de teren sau la sediul laboratorului cen-

tral. În vederea alcătuirii materialului grafic este indicat ca cel puțin a zecea parte din analizele făcute în laboratorul de teren să fie repetate în laboratorul central, de către o altă persoană, pentru a putea controla exactitatea datelor de analiză.

Dozarea elementelor se face prin metodele titrimetrică, gravimetrică, colorimetrică, radiometrică etc. La noi în țară se folosește, în general, metoda colorimetrică pentru dozarea cuprului, plumbului, zincului, molibdenului, nichelului, cobaltului etc. Ea se aplică pentru cupru, plumb și zinc chiar în condițiile laboratoarelor de teren. Rezultatele se exprimă în părți la milion.

Întocmirea hărții pedogeochimice. În acest scop, datele analitice se trec pe planul topografic, în dreptul punctelor de probare. Se trasează apoi izoliniile de conținut pentru a putea urmări variația conținuturilor elementelor pe fondul hărții pedogeochimice (fig. 41).

Prin examinarea unei hărți pedogeochimice se constată că, pe anumite suprafețe, se grupează conținuturi mult mai ridicate decît valoarea medie a fondului geochimic al solului. Aceste valori reprezintă anomaliile pedogeochimice, care urmăresc, în linii mari, forma corpului de substanțe minerale

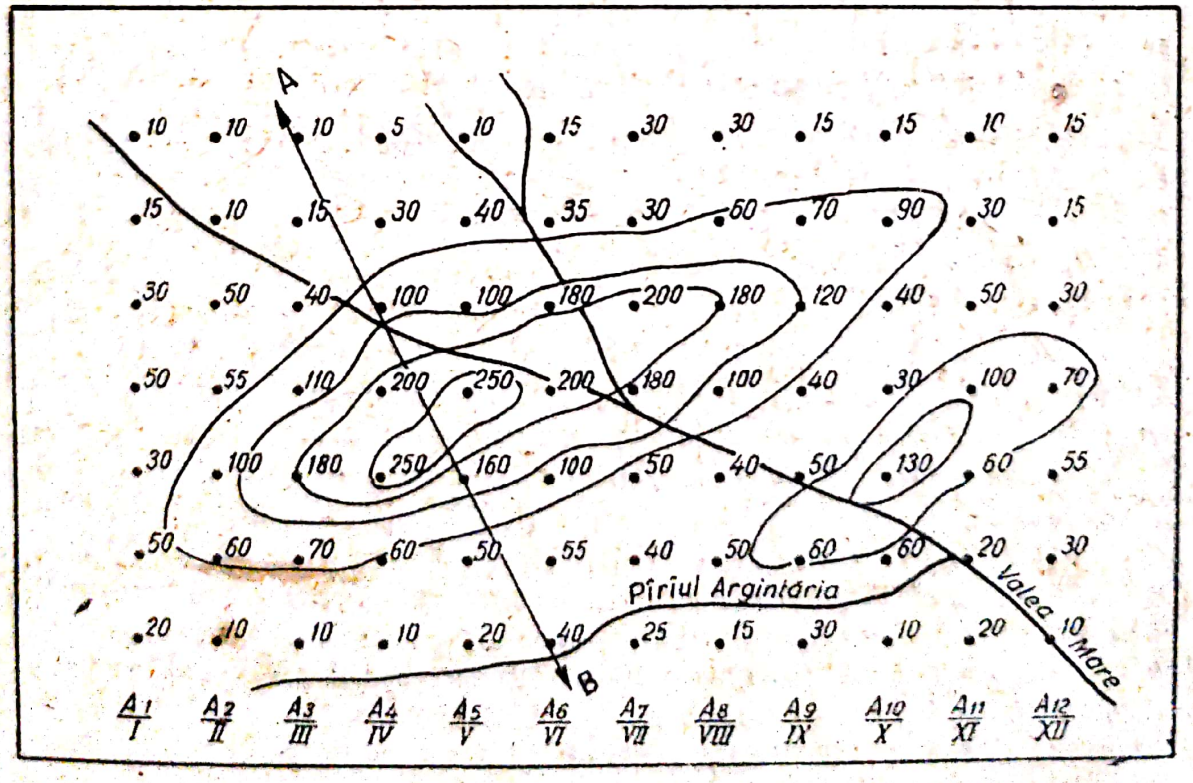


Fig. 41. Harta pedogeochimică.

Scanned with OKEN Scanner

utile. Intensitatea anomaliilor ca și relațiile acestora cu restul valorilor din hartă pot fi puse în evidență prin alcătuirea profilelor pedogeochimice (fig. 42).

Pentru interpretarea corectă a anomaliilor se impune cunoașterea amănunțită a particularităților structurale ale regiunii și a rezultatelor celorlalte metode de prospecțiune. Confirmarea unei anomalii se face cu ajutorul lucrărilor miniere și a forajelor.

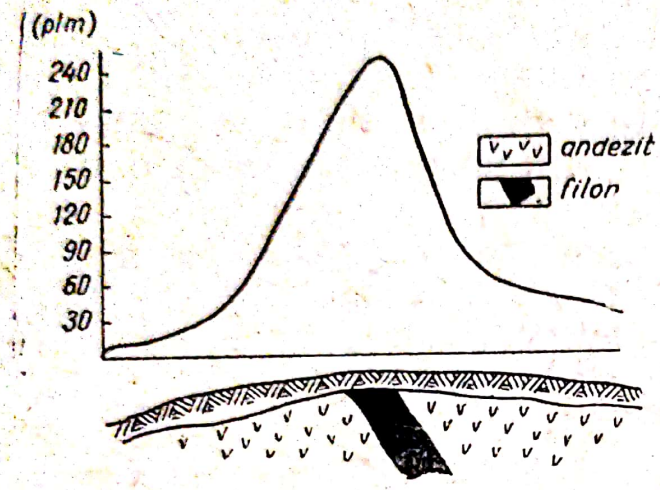


Fig. 42. Profil pedogeochimic.

Lucrările de prospecțiune pedogeochimică în țara noastră s-au efectuat în zona vulcanismului neogen și în cristalinul Carpaților; prin aceste lucrări s-a pus în evidență o serie de zăcăminte cuprifere și polimetalice. Cercetările efectuate pentru cupru, plumb, zinc, molibden, nichel etc. s-au dovedit deosebit de eficiente în diferitele structuri geologice din țara noastră.

Metoda pedogeochimică se întrebuințează ca metodă de prospecțiune și pentru hidrocarburi și anume ca metodă de *cartare a gazelor* sau *a bituminelor* din sol.

Pentru cartarea gazelor se iau probe (100 g) pe profile dispuse în rețea, iar conținutul lor în hidrocarburi gazoase (hidrocarburi totale sau separat metan și hidrocarburi mai grele) se determină cu aparatură specială, pe teren sau în laborator.

Pentru bitumine, adică substanțe organice solubile în solvenți organici neutri, probele colectate după același procedeu se dizolvă în cloroform, alcool, benzol și extractul se analizează prin metoda fluorimetrică sau gravimetrică. Rezultatele analizelor sînt trecute pe hărți, obținîndu-se anomalii geochimice de gaze sau de bitumine. Aceste anomalii trebuie privite numai ca elemente ajutătoare în aprecierea posibilităților de a descoperi zăcăminte în adîncime, deoarece în afară de faptul că migrarea hidrocarburilor respective a putut avea loc în lungul stratelor și deci zăcămintele pot fi situate la mare distanță de locul anomaliei superficiale, o bună parte din hidrocarburile întîlnite în sol (în special metanul) pot

Scanned with OKEN Scanner

proveni nu din zăcăminte situate în adîncime, ci din descompunerea substanței organice de la suprafață.

b. **Prospecțiunea litogeochimică.** În cazul prospecțiunii litogeochimice, probele se colectează din aflorimente naturale și artificiale (puțuri, sonde, galerii), din depozitele eluviale, deluviale și din mîlurile argiloase acumulate în albia cursurilor de apă.

Luarea probelor din *aflorimente*, din *depozitele eluviale* și *deluviale* se face de-a lungul unor profile orientate perpendicular pe lungimea probabilă a aureolei de diseminare primară și secundară. Distanța dintre profile poate fi de 100 m, 50 m sau 25 m, iar dintre punctele de probare din cadrul aceluiași profil va fi de 20 m și de 10 m, pentru cazul cînd lucrările de prospecțiune se execută la scara 1 : 10 000, 1:5 000 sau 1:2 000. Probele pot avea greutatea de 20—30 g.

Primele analize au un caracter informativ și se efectuează pentru o serie de elemente chimice. Se trece apoi la efectuarea analizelor cantitative sau semicantitative pentru anumite elemente caracteristice.

Prin recoltarea probelor în mod sistematic din *mîlurile argiloase* acumulate în albia minoră sau majoră a cursurilor de apă și analizarea acestora se obțin date informative asupra zonelor în care zăcămintele se găsesc „in situ". Probele se recoltează din porțiunile în care curentul apei este mai încetinit, din afluenți și din zonele din apropierea stîncilor și a copacilor căzuți. Distanța dintre probe se recomandă a fi de 200 m, 100 m sau 50 m, în cazul cînd lucrările de prospecțiune se efectuează la scara 1:50 000, 1:25 000 sau 1:10 000.

Pentru toate tipurile de probe, analiza acestora se face prin metoda colorimetrică, polarografică, spectrală, luminiscentă, radiometrică etc. Hărțile se întocmesc prin trasarea izoliniilor de conținut în componenți utili. Metoda litogeochimică poate fi utilizată la prospectarea zăcămintelor de nichel, cobalt, cupru, plumb, zinc, stibiu, bismut, molibden, uraniu și radiu, mai ales în regiunile cu relief accidentat. Ea se aplică și pentru prospectarea zăcămintelor de petrol sau gaze. Față de metoda pedogeochimică, deosebirea constă doar în modul de recoltare a probelor care, în loc de sol, se iau din roca vie în deschideri naturale, în găuri săpate cu burghiul de mînă sau de la intervale diferite din sonde. În primul caz, cînd probele sînt recoltate din deschideri naturale și găuri săpate special în acest scop, rezultatele obținute se prezintă sub formă de hărți cu anomalii de concentrații diferite

Scanned with OKEN Scanner

de gaze sau bitumine. În al doilea caz, se obține profilul mai mult sau mai puțin complet al conținutului în gaze sau în bitumine în sonda respectivă.

Datele obținute prin metoda litogeochimică pentru hidrocarburi sînt mai valoroase decît cele obținute pe cale pedogeochimică, dar tot nu pot duce la concluzia existenței cu certitudine a zăcămîntului în adîncime. De aceea, metoda trebuie considerată ca o metodă ajutătoare în activitatea de prospecțiune pentru petrol, datele obținute completînd alte metode de prospecțiune, ca, de exemplu, cartarea geologică, metoda seismică sau forajul structural de mică adîncime.

c. **Prospecțiunea hidrogeochimică.** Metoda hidrogeochimică se aplică în prospectarea unor zăcăminte metalifere și în prospectarea zăcămintelor de petrol și gaze. Modul de aplicare fiind diferit, în raport cu substanța minerală utilă care face obiectul prospecțiunii, metodele se vor trata separat, pentru fiecare caz.

Pentru zăcămintele metalifere, prospecțiunea hidrogeochimică se bazează pe faptul că apele subterane, cînd străbat formații ce conțin acumulări de substanțe minerale utile, se îmbogățesc în unele elemente chimice, depășind cu mult valoarea medie a fondului hidrogeochimic normal. Deci, dacă se recoltează în mod sistematic probe de apă și se determină conținutul în anumite elemente se obțin o serie de date privitoare la zonele în care apar acumulări de substanțe minerale utile.

Probele de apă se iau din izvoare, pîraie, bălți, fîntîni etc. Pentru a avea densitatea necesară a punctelor de probare se mai execută și o rețea de puțuri sau foraje. Volumul probei de apă este în funcție de reziduul uscat. Astfel, în cazul cînd se obține un reziduu uscat de peste 500 mg/l este suficient o probă cu un volum de 0,1 l, iar dacă reziduul uscat este mai mic de 100 mg/l, probele vor avea un volum de 1,0 l.

Recoltarea probelor din izvoare și din bazine deschise se face în sticle incolore, curate, care au o capacitate de 1,0 l. Dacă probele se recoltează de la o anumită adîncime a bazinului, puțului sau sondei, atunci se utilizează dispozitive special construite. Pentru a asigura condițiile optime recoltării probelor, sticlele se spală de cîteva ori cu apa din care urmează să se ia proba. La luarea probelor din puțuri sau sonde este necesară pomparea prealabilă, pentru ca apa să fie proaspăt venită din strat.

Scanned with OKEN Scanner

Probele expediate laboratorului de analize vor fi însoțite de fișe, care vor conține:

— data și ora luării probei;

— locul exact al punctului de probare;

— descrierea amănunțită a izvorului; dacă proba de apă se recoltează din puț sau sondă, se va preciza adîncimea acestora și poziția nivelului hidrostatic;

— felul stratului acvifer (freatic, de adîncime sau artezian);

— debitul de apă;

— temperatura apei și a aerului;

— informații suplimentare referitoare la proba luată, numărul și funcția celui care a luat proba.

Prin analiza probei de apă se urmărește conținutul în ionul sulfat (SO_4''), ionul de clor (Cl'), valoarea *p*H-ului și conținutul în elementele metalice pentru care se efectuează prospecțiunea (cupru, zinc etc).

Punctele de probare se trec pe plan și alături de acestea se notează conținutul în elementul metalic urmărit prin prospecțiune, valoarea *p*H-ului, a ionului, SO_4'' și raportul dintre ionul sulfat și ionul de clor. Prin trasarea izoliniilor de conținut se obțin hărțile hidrogeochimice. Relațiile dintre anomaliile hidrogeochimice și fondul hidrogeochimic pot fi puse în evidență prin secțiuni hidrogeochimice, construite pe baza datelor din harta hidrogeochimică.

Elementele care denotă apropierea de zăcămînt sînt:

— conținuturile mai ridicate în anumite elemente metalice față de fondul normal hidrogeochimic;

— valorile mai scăzute ale *p*H-ului;

— valorile mai mari ale ionului sulfat (SO_4'') în raport cu cele ale ionului de clor (Cl').

Adîncirea cercetărilor în zona indicată de anomaliile hidrogeochimice se face prin celelalte metode geochimice sau prin metodele geofizice.

Metoda hidrogeochimică poate fi întrebuințată la prospectarea zăcămintelor de cupru, zinc, molibden și uraniu. Eficiența acestei metode este în mare parte în funcție și de perioada în care se recoltează probele de apă.

Pentru zăcămintele de petrol și gaze, metoda hidrogeochimică se reduce la analiza apelor din anumite izvoare sărate și la determinarea prezenței în compoziția lor a anumitor substanțe și elemente chimice care reprezintă indicii pozitive pentru existența zăcămintelor de hidrocarburi.

Scanned with OKEN Scanner

Acestea sînt: acizi naftenici, hidrocarburi gazoase, iod, brom, prezența procesului de desulfatizare a fierului bivalent și a hidrogenului sulfurat. Ele intră în compoziția apelor bogate în săruri în special în cloruri de sodiu, calciu și magneziu, ape care însoțesc de obicei zăcămintele de petrol și gaze (ape primare de zăcămînt). O bună parte din izvoarele cu apă sărată întîlnite în timpul efectuării cartării geologice reprezintă ape de infiltrație, care în drumul lor subteran au întîlnit masive de sare pe care le-au dizolvat în parte. Alte izvoare de apă sărată reprezintă apariții la suprafață a apelor care însoțesc zăcămintele de petrol sau gaze. Asemenea apariții de ape la suprafață sînt, în general, considerate ca semne de degradare parțială a zăcămintelor de petrol sau gaze, dar în același timp, și ca semne pozitive, în sensul că în regiunea de apariție a lor se pot descoperi zăcăminte încă nedegradate.

De aceea este necesar ca în timpul efectuării lucrărilor de cartare geologică să se ia probe din orice fel de izvor de apă sărată, pentru analiză. Prezența în apă a elementelor menționate mai sus arată numai decît că acestea sînt ape de zăcămînt și deci este justificată o intensificare și o concentrare a activității de prospecțiune în vederea descoperirii altor elemente geologice care caracterizează o regiune petroliferă sau gazeiferă.

Dacă apele nu conțin elementele indicatoare pentru caracterizarea lor ca ape de zăcămînt înseamnă că ele reprezintă ape de infiltrație care au dizolvat parțial anumite masive de sare și, deci, regiunea poate interesa pentru descoperirea unor eventuale depozite de săruri minerale.

d. **Prospecțiunea biogeochimică.** 1) *Pentru zăcăminte metalifere*, prospecțiunea biogeochimică constă din luarea probelor din plantele care se dezvoltă într-o anumită regiune și analiza cenușii acestora, în vederea descoperirii zonelor favorabile unor acumulări de substanțe minerale utile. Ea se bazează pe faptul că plantele care cresc în aureola de diseminare primară și secundară a zăcămintelor acumulează anumite elemente metalice în cantitate mai mare decît plantele care se dezvoltă în afara aureolei.

Luarea probelor. Zona din care se recoltează probele se delimitează pe baza premizelor geologice și geobotanice. În cuprinsul acestei zone probele se colectează de-a lungul unor profile sau dintr-o rețea, uneori pătratică, alteori dreptunghiulară. Rețeaua pătratică se utilizează atunci cînd se bănuiește că forma corpului de minereu este izometrică, iar

Scanned with OKEN Scanner

rețeaua dreptunghiulară, în cazul unui zăcămînt de formă alungită. Densitatea punctelor de probare variază de la 15×15 m pînă la 200×200 m și de la 50×10 m pînă la 200×40 m.

Pentru probele biogeochimice se colectează frunze, ramuri subțiri cu frunze, lemn sau scoarță; plantele ierbacee se adună aproape integral, cu excepția rădăcinilor. Probele se colectează totdeauna începînd de la înălțime de 30 cm de la suprafața pămîntului, pentru a evita contaminarea. Greutatea probelor poate fi de 50 g.

Probele biogeochimice se recoltează pe timp uscat sau în cursul ploilor de slabă intensitate și de durată mică, dar niciodată înainte și după ploi torențiale pentru a se evita contaminarea. Înainte de expediere la laborator, probele se spală, se usucă la aer și se sfărîmițează. În cazul frunzelor sfărîmițarea se face inițial manual, iar în faza următoare în mojare de porțelan. Scoarța lemnului se sfărîmițează cu ajutorul unor mori.

Analiza probelor. În vederea efectuării analizelor, probele se usucă la o temperatură de 150° și apoi se ard la flacăra arzătorului sau în cuptoare speciale. Culoarea cenușii poate fi uneori destul de caracteristică, oferind unele indicații prețioase referitoare la tipul de substanță minerală utilă pe care s-au dezvoltat plantele respective. Astfel, culoarea brună a cenușii frunzelor de mesteacăn (Betula verrucosa) indică prezența unui zăcămînt de fier, iar culoarea albastră deschisă sau albastră-cenușie trădează prezența unui zăcămînt polimetalic.

Analiza cenușii se face, în general, prin metode spectrale și polarografice; pentru control se utilizează analiza chimică completă.

Întocmirea hărții biogeochimice. Prin trasarea unui sistem de izolinii de conținut, bazat pe datele analitice, se obține harta biogeochimică (fig. 43). Ea se întocmește separat pentru fiecare element sau pentru suma conținuturilor de metale ca, de exemplu, Cu+Pb+Zn sau Ni+Co. În unele cazuri este important de a se reprezenta și raportul dintre două elemente caracteristice, ca, de exemplu, Pb : Zn, sau Ni : Co.

Relațiile dintre anomaliile biogeochimice și fondul biogeochimic se pun în evidență prin secțiuni construite pe hartă (fig. 44). Pentru anomaliile mari sînt caracteristice conținuturi în metale care depășesc de zeci sau sute de ori valoarea medie a fondului biogeochimic. Anomaliile slabe se

Scanned with OKEN Scanner

caracterizează prin conținuturi care sînt mai mari numai de cîteva ori decît valoarea medie a fondului biogeochimic normal.

Eficiența metodei biogeochimică a fost dovedită prin cercetări experimentale pentru zăcămintele de nichel, crom, cobalt, vanadiu, cupru, plumb, zinc, fier, molibden, staniu, wol-

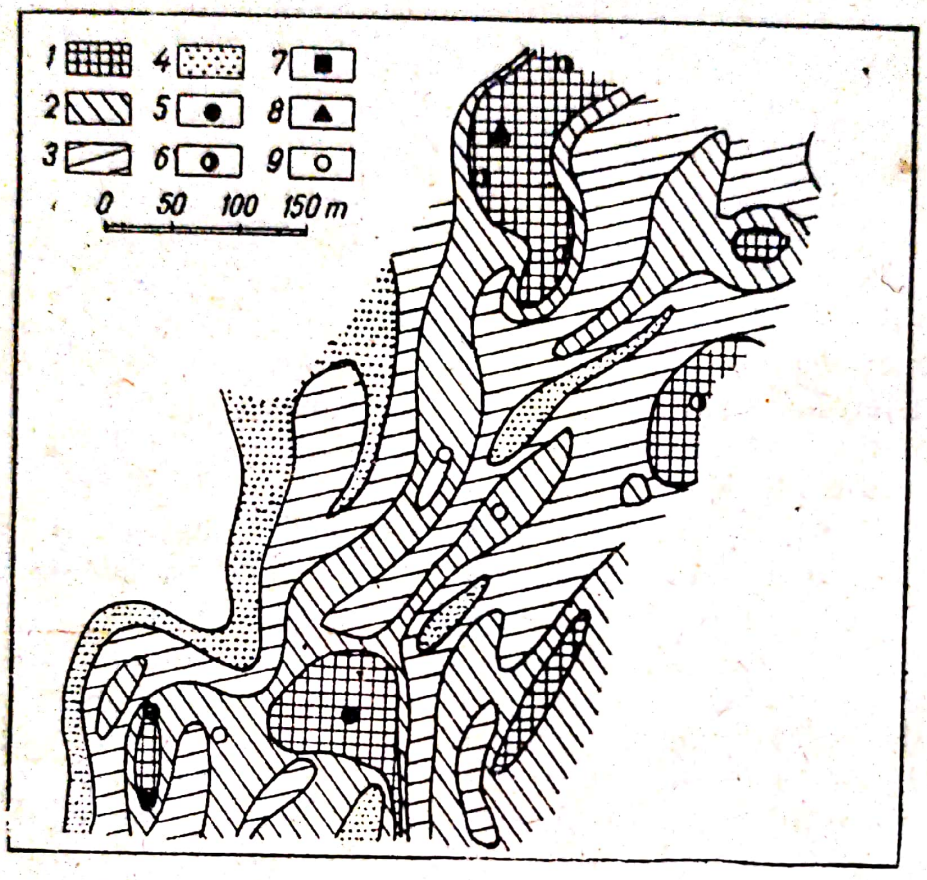


Fig. 43. Harta biogeochimică a zăcămîntului de cupru din Șipilinsk (din S.M. Tkalici):

1 — Fe > 0,40%; *2* — Fe = 0,30—0,40%; *3* — Fe = 0,20—0,30%; *4* — Fe < 0,20%; *5* . . . *8* — puncte în care au fost identificate skarne cu minereu de cupru și de fier; *9* — puncte în care mineralizația nu a fost identificată.

fram, uraniu, aur, argint, mangan etc. Această metodă se recomandă a fi utilizată atît pentru descifrarea unor anomalii geofizice, cît și în condițiile în care celelalte metode geochimice nu sînt destul de eficiente.

2) *Pentru zăcăminte de hidrocarburi.* Metoda biogeochimică folosită în lucrările de prospecțiune pentru petrol și gaze se bazează pe folosirea microorganismelor care, pentru a se dezvolta, consumă carbonul din hidrocarburile întîlnite în sol, ape sau roci situate la oarecare adîncime.

Scanned with OKEN Scanner

Din cauza folosirii microorganismelor, metoda este denumită geomicrobiologică și are următoarele variante principale:

— cercetarea directă a probelor de sol pentru a stabili apariția bacteriilor care descompun hidrocarburile;

— introducerea bacteriilor de cultură în sol și urmărirea dezvoltării lor;

— cercetarea probelor de sol pentru a constata apariția fluorescenței în lumină ultravioletă (fluorescența ar fi cauzată de anumite transformări ale substanțelor bituminoase sub acțiunea activității bacteriilor).

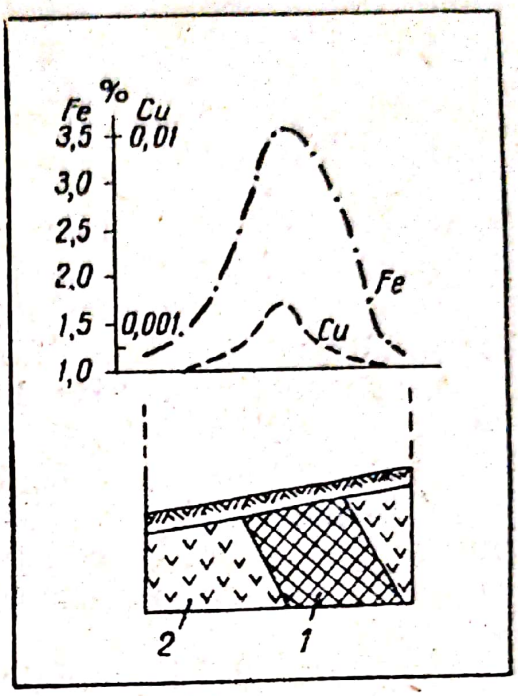


Fig. 44. Profil biogeochimic din anomaliile unui zăcămînt de pirită cupriferă (după A.A. Veselov):

1 — corp de minereu; *2* — rocă înconjurătoare.

Cele mai interesante sînt rezultatele obținute cu culturi de bacterii dezvoltate în atmosfera de metan, etan și propan, adică hidrocarburi pe care bacteriile le găsesc în sol sau la o adîncime mică de la suprafață. Însămînțînd bacteriile într-un gel saturat numai cu substanțe minerale, fără carbon, introdus în puțuri sau găuri de 2—3 m adîncime, acestea s-au dezvoltat în colonii mari, atunci cînd experiențele s-au făcut în zona unei structuri petrolifere, și nu s-au dezvoltat, atunci cînd în regiune au lipsit hidrocarburile. Plecînd de la ideea că prezența hidrocarburilor în sol sau la mică adîncime se explică prin difuzia unor hidrocarburi aflate sub formă de zăcămînt în adîncime, metoda geomicrobiologică, întocmai ca și celelalte variante ale metodei geochimice, tentează să fie considerată ca o metodă directă în prospectarea zăcămintelor de petrol sau gaze. Metoda biogeochimică sau geomicrobiologică trebuie însă privită ca metodă ajutătoare în activitatea de prospecțiune și explorare pentru hidrocarburi, deoarece apariția acestora la suprafață nu este legată totdeauna de un zăcămînt situat pe verticală în adîncime. Este indicat ca o asemenea metodă să fie aplicată numai în asociație cu alte lucrări geochimice și numai în zona unor structuri bine determinate prin metode geologice sau geofizice.

Scanned with OKEN Scanner

4. Metode de prospecțiune prin lucrări miniere și foraje

Lucrările miniere și forajele constituie atît lucrări auxiliare ale altor metode de prospecțiune, cît și lucrări de prospecțiuni de sine stătătoare. În primul caz, ele însoțesc din aproape în aproape lucrările geologice, geofizice și geochimice de prospecțiune, fiind utilizate în scopul de a descifra amănunțit structura geologică a regiunii și de a recolta probele necesare analizelor de laborator. În cel de al doilea caz, prospecțiunile prin lucrări miniere și foraje continuă și adîncesc cercetările în zonele indicate de celelalte metode de cercetare, pentru a pune în evidență existența unor corpuri de substanțe minerale utile și de a găsi condițiile favorabile pentru dezvoltarea lucrărilor de explorare.

a. **Prospecțiunea prin lucrări miniere.** Lucrările miniere sînt excavații cu forme și dimensiuni bine precizate. În faza de prospecțiune se execută excavații superficiale, gropi, șanțuri, puțuri și galerii. Dintre acestea, numai șanțurile, puțurile, și galeriile constituie lucrări miniere propriu-zise, în timp ce excavațiile superficiale și gropile reprezintă simple săpături.

Alegerea lucrărilor miniere la prospecțiune este în funcție de datele geologice care se urmăresc, de condițiile de teren și posibilitățile de lucru pe care le are geologul prospector. Lucrările miniere oferă deschideri mari, care ușurează efectuarea observațiilor geologice și contribuie astfel, la obținerea probelor din punctele dorite și în cantitățile necesare analizelor. Ele impun însă cheltuieli mari și se efectuează într-un timp destul de îndelungat și, în general, în condiții mai grele decît forajele.

1) *Excavațiile superficiale* și *gropile* reprezintă săpăturile cele mai simple, care se execută atît la prospecțiunile geologice cît și la prospecțiunile geofizice și geochimice, în vederea completării datelor geologice, recoltării probelor pentru studiul de laborator și cercetării unor anomalii geofizice și geochimice.

Excavațiile superficiale se folosesc cînd grosimea depozitelor acoperitoare este mai mică de 10 cm și este necesară o deschidere continuă pe porțiuni mari. Ele constau dintr-o simplă răzuire a acestor depozite cu ajutorul unei sape sau a pioletului.

Dacă depozitele acoperitoare au o grosime mai mare de 10 cm, iar deschiderile trebuie să se facă pe porțiuni mici

Scanned with OKEN Scanner

și discontinui, atunci se sapă *gropi* cu adîncimi de circa 50 cm și cu forme neregulate. Pe fundul gropilor se pot face observații ca și în deschiderile naturale, măsurîndu-se poziția stratelor. Uneori gropile se execută pentru a colecta probe paleontologice, geochimice, radiometrice sau chiar pentru cercetarea zonelor de oxidație, ale unor anomalii geofizice și geochimice.

Excavațiile superficiale și gropile nu se trec pe hartă, iar datele geologice obținute vor fi reprezentate ca și acelea provenite din deschiderile naturale. După terminarea cercetărilor geologice, gropile se rambleiază (se închid). Ele se mențin deschise pentru o perioadă mai lungă numai atunci cînd sînt necesare date suplimentare pentru definitivarea hărții geologice sau pentru probare.

2) *Șanțurile de prospecțiune* se sapă pe baza indicațiilor geologice, geofizice și geochimice, în general, în porțiunile de teren unde grosimea depozitelor acoperitoare depășește 50 cm. Cu ajutorul șanțurilor se urmăresc aflorimentele și contactele dintre două formații, se întocmesc coloane stratigrafice tip și profile de interpretare, se determină direcția, înclinarea și grosimea stratelor, se cercetează aflorimentele în care există indicații referitoare la prezența unor mineralizații, ca și anomaliile geofizice și geochimice etc.

Amplasarea și orientarea șanțurilor. Pe cît posibil, șanțurile de prospecțiune se amplasează în porțiunile de teren în care depozitele acoperitoare sînt mai subțiri. Se vor evita porniturile, terasele, aluviunile etc. În ceea ce privește orientarea șanțurilor, aceasta nu mai constituie o problemă esențială în cazul cînd se urmărește numai grosimea depozitelor acoperitoare. Dacă se urmărește determinarea unui contact dintre două formații, întocmirea unei coloane stratigrafice etc., șanțurile se orientează perpendicular pe direcția acestora (fig. 45). De asemenea, la cercetarea unor anomalii geofizice sau geochimice, șanțurile se amplasează perpendicular pe direcția anomaliilor (v. fig. 38).

În general, profilul șanțurilor este trapezoidal și are la vatră o lățime de 0,50—0,70 m, iar la gură minimum 0,70 m. În cazul cînd rocile sînt destul de rezistente și asigură o anumită stabilitate, pereții se sapă vertical; în aceste condiții, lățimea va fi de 0,70—0,80 m. Adîncimea pînă la care se sapă șanțurile este de 2 sau 4 m și numai în mod excepțional ajunge la 6 sau 8 m. Totdeauna, ele trebuie să străbată roca vie pe o adîncime de 0,10—0,50 m.

Scanned with OKEN Scanner

Cartarea geologică a șanțurilor. Pe harta geologică, geofizică sau geochimică se trec toate șanțurile săpate. Pereții și fundul șanțurilor se cartează foarte amănunțit, urmărindu-se tipurile de roci, contractele dintre două formații, aparițiile de mineralizație, transformările pneumatolice și hidrotermale, paragenezele tipomorfe care trădează prezența unor substanțe minerale utile, poziția stratelor, a faliilor etc.

Poziția stratelor și a filoanelor se măsoară direct cu busola ca și în deschiderile naturale. În unele cazuri se folosește un dispozitiv numit *cruce* (fig. 46), format din trei brațe prinse într-o brățară de bronz. Prin fixarea vîrfurilor crucii în trei

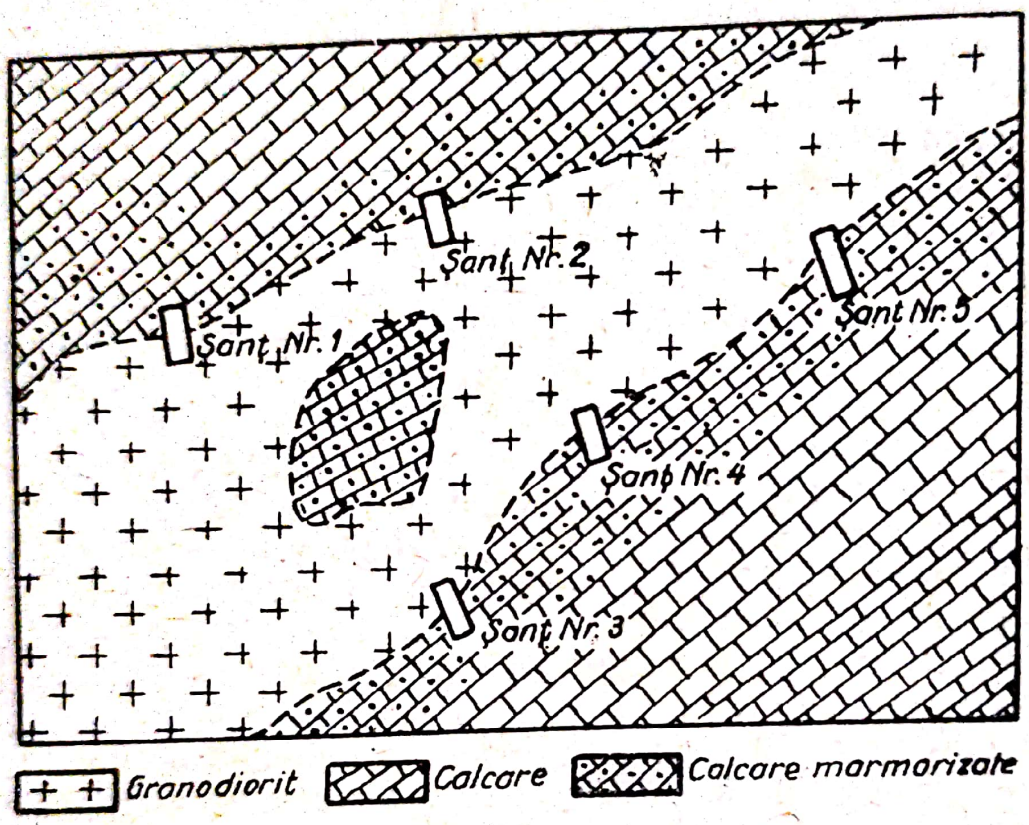


Fig. 45. Amplasarea șanțurilor pe direcția contactului dintre granodiorite și calcare.

puncte convenabie de pe același strat, se obține un plan paralel cu planul stratului sau al filonului, în vederea măsurării poziției cu busola.

Măsurarea directă a grosimii normale se poate efectua numai atunci cînd stratul este destul de subțire și apare în pereții laterali ai șanțului. În general, în șanțuri se măsoară direct grosimea orizontală cu ajutorul căreia se determină grosimea normală.

Scanned with OKEN Scanner

Se consideră că stratul apare pe fundul șanțului care a fost săpat perpendicular pe direcția stratificației (fig. 47). Cu ajutorul busolei se măsoară unghiul β, format de vatra șanțului și planul orizontal, și unghiul de înclinare δ a stratului respectiv. Grosimea orizontală se obține prin măsurarea

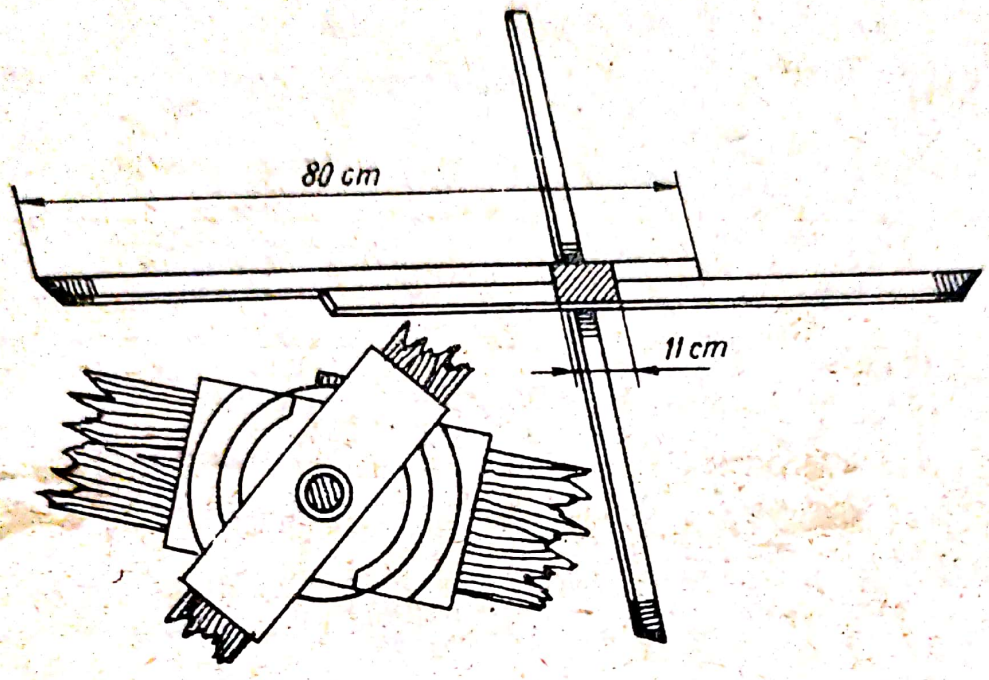


Fig. 46. Crucea pentru măsurat poziția stratelor.

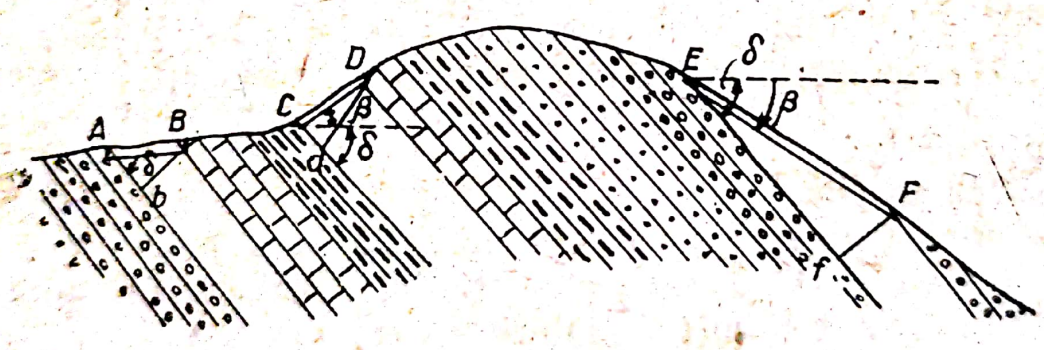


Fig. 47. Determinarea grosimii normale a unui strat.

distanței pe orizontală dintre acoperișul și culcușul stratului. În aceste condiții, grosimea normală *(gn)* în cele trei șanțuri se determină astfel :

$$gn_1 = B\bar{b} = A\bar{B} \sin \delta ;$$

$$gn_2 = D\bar{d} = C\bar{D} \sin (\delta + \beta) ;$$

$$gn_3 = F\bar{f} = E\bar{F} \sin (\delta - \beta) .$$

Toate observațiile făcute într-un șanț de prospecțiune se notează în carnetul de teren. Acesta trebuie să mai cuprindă: numărul sau denumirea șanțului, locul de amplasare, data începerii și terminării lucrului, orientarea acestuia. Uneori, în carnetul de teren se mai face și o schiță a șanțului la scara 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200 etc, în funcție de detaliile urmărite (fig. 48).

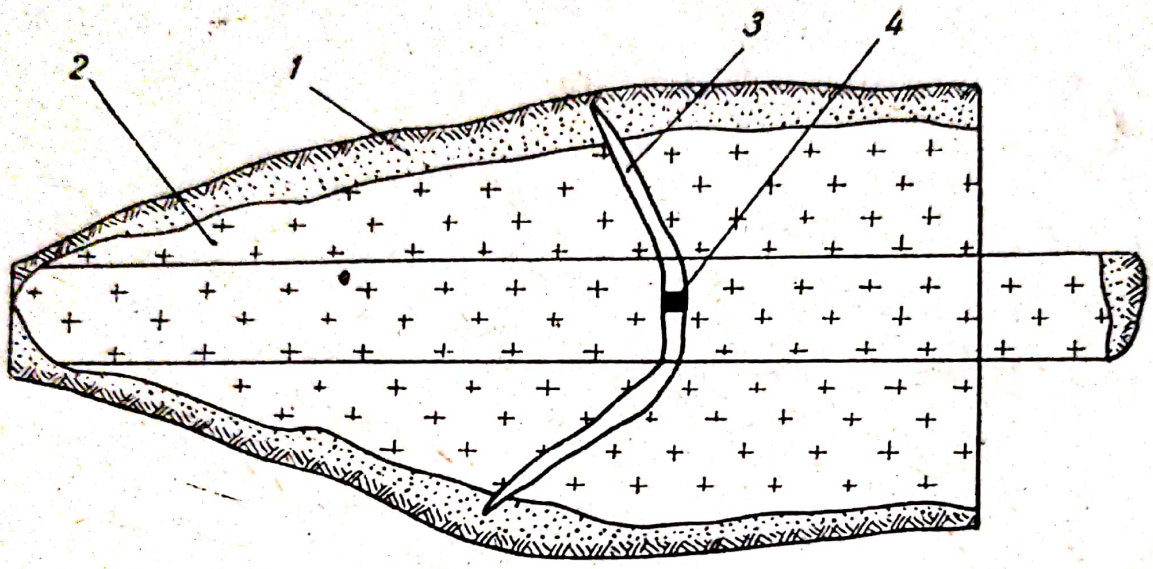


Fig. 48. Cartarea desfășurată a unui strat:
1 — sol; *2* — granit; *3* — filoane de cuarț cu molibdenită; *4* — brazdă de probare.

Pentru studiul de laborator se iau probe petrografice din pereții șanțului. Din filoanele interceptate de șanț se colectează probe chimice prin brazde (fig. 48), săpate perpendicular pe direcția acestuia sau probe cu bucata, în vederea obținerii unor prime informații asupra conținutului în componenți utili.

Probele se colectează în săculețe de pînză. Punctele de probare se notează pe schița cu cartarea desfășurată. După efectuarea cartării geologice și după colectarea probelor petrografice și chimice, șanțurile se rambleiază.

3) *Puțurile de prospecțiune* se execută acolo unde depozitele acoperitoare au grosimi mai mari de 2 m. Prin săpărea puțurilor se stabilește grosimea depozitelor acoperitoare și succesiunea stratigrafică, se determină poziția accidentelor tectonice și se cercetează anomaliile geofizice și geochimice.

Amplasarea puțurilor. Pentru fixarea amplasamentului puțurilor se folosesc toate indicațiile geologice, geofizice și geochimice. Vor fi evitate porțiunile de teren inundabile și văile, precum și zonele cu alunecări de teren. Zona amplasa-

Scanned with OKEN Scanner

mentului se nivelează sub forma unei platforme orizontale, pe care se înseamnă colțurile profilului dreptunghiular sau centrul profilului circular.

Distanța dintre puțurile dispuse pe anumite aliniamente sau în rețea se stabilește fie grafic, fie prin calcul, folosind formula :

$$L = \frac{A}{\operatorname{tg} \delta},$$

în care :

L este distanța dintre puțuri ;
A — adîncimea la care apare stratul reper în puțul precedent ;
δ — unghiul de înclinare al stratului.

Săparea puțurilor de prospecțiune se face numai vertical. În rocile moi și foarte moi se execută puțuri cu profil dreptunghiular, a căror pereți se căptușesc cu scînduri așezate vertical sau cu cadre dreptunghiulare de lemn, iar în rocile tari și foarte tari se sapă puțuri cu profil circular, fără susțineri. În general, puțurile de prospecțiune au adîncimi ce variază de la 3—4 m pînă la 15—20 m, cînd sînt numite puțuri de mînă, și numai în mod excepțional ajung la 50 m.

Laturile puțurilor de mînă mai puțin adînci și nesusținute sînt de $1 \times 0{,}8$ m, iar a celor susținute sînt de $1{,}5 \times 1$ m. La puțurile mai adînci, susținute cu cadre de lemn, dimensiunile sînt de $1{,}8 \times 1{,}2$ m.

Cartarea geologică a puțurilor. Toate puțurile săpate într-o anumită regiune vor fi ridicate topografic și trecute pe un plan la scara 1:2 000—1 : 10 000 ; uneori ele se trec și pe harta geologică, geofizică sau geochimică, pentru a ușura interpretarea datelor geologice.

Înainte de a efectua cartarea geologică, care se face progresiv cu săparea puțurilor, se notează în carnetul de teren unele date tehnice : numărul sau denumirea puțului, poziția lui în regiune, cota, adîncimea, lărgimea, orientarea pereților etc.

Se trece apoi la examinarea amănunțită a pereților și a vetrei puțului, măsurînd în același timp, cu ajutorul unei rulete, adîncimile la care apar stratele reper și filoanele.

Poziția stratelor, a filoanelor sau a faliilor se măsoară cu busola direct pe strat sau cu busola pe cruce. În unele cazuri

Scanned with OKEN Scanner

această poziție se determină indirect, prin *metoda desfășurării*, care necesită o schiță a pereților puțului pentru reprezentarea stratului respectiv (fig. 49).

În acest scop se trasează o linie orizontală care să traverseze ambele urme ale stratului de pe doi pereți alăturați.

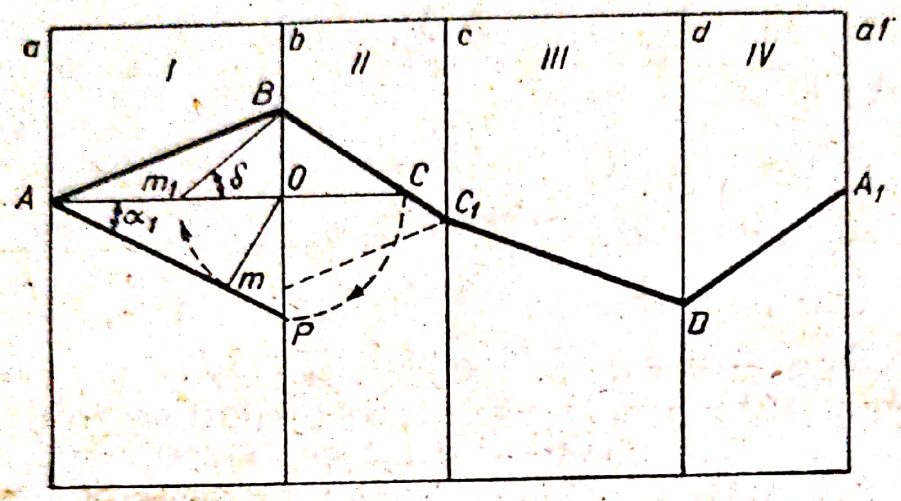


Fig. 49. Determinarea poziției unui strat prin desfășurare.

Pentru a avea o precizie mai mare la măsurarea unghiurilor, linia orizontală va trece prin punctul *A*. Din punctul *O*, cu raza *OC*, se intersectează punctul *P* situat pe prelungirea liniei *BO*. Unind punctul *P* cu *A*, se obține o dreaptă care constituie direcția stratului. Dacă se însumează azimutul peretelui *ab* cu unghiul α_1, se obține azimutul liniei *AP*.

Înclinarea stratului se determină cu ajutorul unei construcții auxiliare. Se duce prin punctul *O* o perpendiculară pe linia *AP* și se măsoară de-a lungul dreptei *OA* segmentul Om_1, a cărui mărime va fi egală cu *Om*. Unind punctul m_1 cu *B* se obține unghiul de înclinare reală a stratului, δ.

Grosimea normală a unor strate sau a unor filoane se poate măsura direct în puț numai în cazul cînd acestea sînt aproape orizontale. Dacă stratele și filoanele au grosimi și înclinări mari, în puțuri se măsoară numai grosimea verticală.

Se consideră că un puț amplasat în punctul *A* a părăsit acoperișul stratului în punctul B și a intrat în culcușul acestuia în punctul *C* (fig. 50). Din reprezentarea grafică reiese că:

BC=*gv* (grosimea verticală);
BD=*go* (grosimea orizontală);
BE=*gn* (grosimea normală).

În acest caz, grosimea verticală se măsoară direct în puț, iar grosimea orizontală și grosimea normală se determină cu formulele :

$$go = gv \cdot \operatorname{ctg} \delta .$$
$$gn = gv \cdot \cos \delta ;$$
$$gn = go \cdot \sin \delta ;$$

Pe lîngă datele tehnice și geologice, în carnetul de teren se mai face și o reprezentare desfășurată a pereților puțului (fig. 51) la scara 1:20, 1:50 sau 1:100, în care se trec toate detaliile identificate.

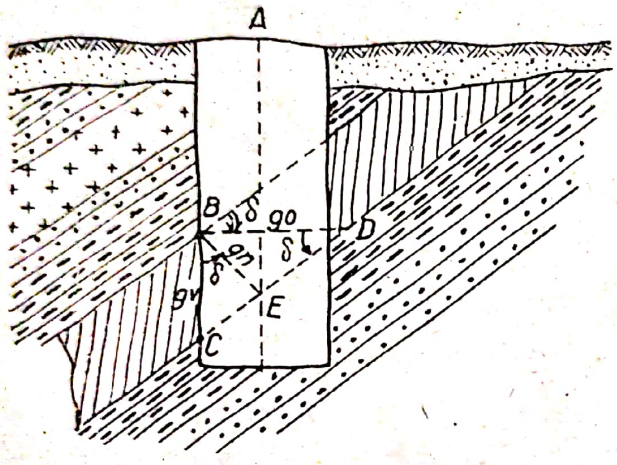


Fig. 50. Determinarea grosimii unui strat într-un puț vertical.

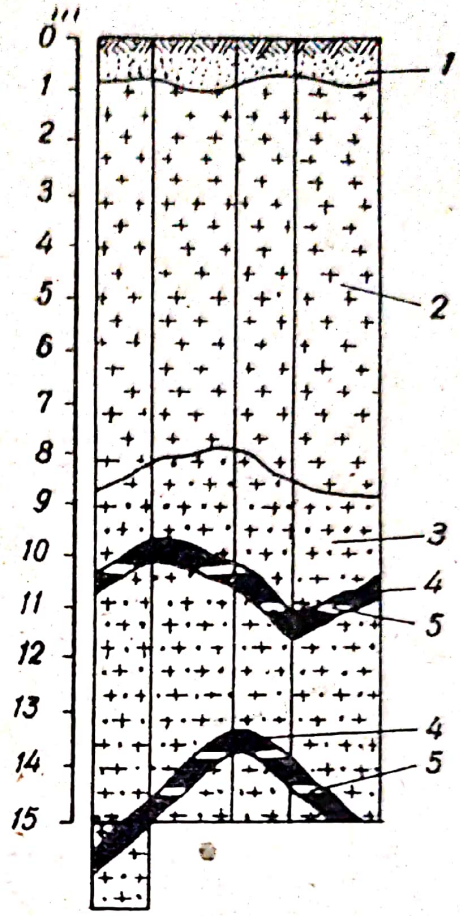


Fig. 51. Cartarea desfășurată a unui puț :

1 — sol ; *2* — dacit cu amfibol ; *3* — dacit silicifiat și piritizat ; *4* — filon polimetalic ; *5* — brazdă de probare.

Din formațiile interceptate de puț se colectează probe petrografice necesare completării studiului geologic, iar din filoane se iau probe chimice prin brazde.

După cartare și probare, puțurile se rambleiază, iar în jurul lor se construiește un gard de sîrmă ghimpată, cu înălțimea de 1 m, pentru a opri trecerea pe porțiunea respectivă.

4) *Galeriile de prospecțiune* sînt utilizate, ca și puțurile, la cercetarea unor contacte dintre două formații, la determinarea poziției unor strate sau a unor accidente tectonice, la traversarea unei succesiuni stratigrafice și la cercetarea unor anomalii geofizice sau geochimice. Ele se sapă de la suprafață sau din subteran.

Scanned with OKEN Scanner

Amplasarea și orientarea galeriilor. Pentru amplasarea galeriilor se folosesc indicațiile geologice, geofizice și geochimice. În funcție de obiectivul urmărit, gura galeriei se amplasează fie aproape de firul văii, fie pe panta unui deal. Săparea unui galerii de la zi (fig. 52) sau dintr-un puț (fig. 53) depinde în cea mai mare măsură de caracterul reliefului.

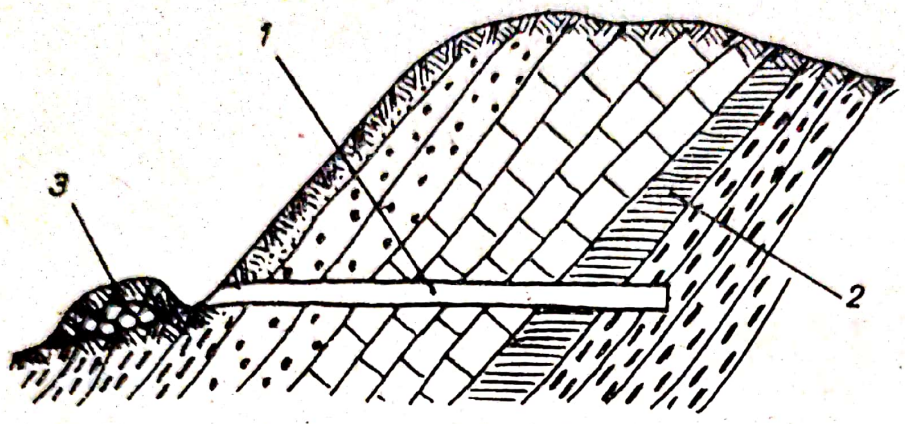


Fig. 52. Galerie săpată de la suprafață:
1 — galerie de coastă; *2* — corpul de substanță minerală utilă indentificat prin săparea galeriei; 3 — haldă.

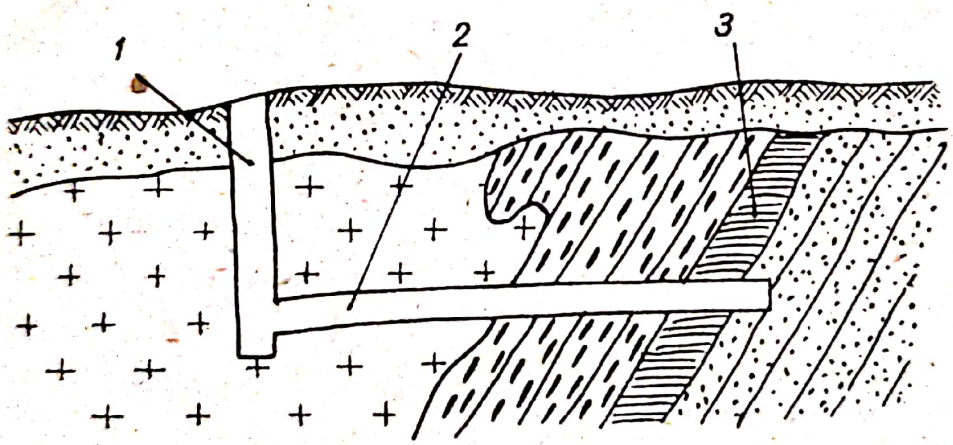


Fig. 53. Galerie transversală săpată dintr-un puț:
1 — puț; *2* — galerie transversală; *3* — corpul de substanță minerală utilă identificat prin săparea galeriei.

Dacă regiunea cercetată este destul de accidentată, atunci galeriile se sapă de la suprafață și sînt denumite galerii de coastă (galerii de pătrundere sau ștolne, fig. 52). În raport cu direcția corpurilor de substanțe minerale utile și cu direcția stratelor, galeriile de coastă pot fi: direcționale, (săpate în lungul corpului de substanță minerală utilă) transversale,

Scanned with OKEN Scanner

(săpate perpendicular pe corpul de substanță minerală utilă), și diagonale (săpate sub un unghi mai mic de 90° față de direcția corpului de substanță minerală utilă).

Punctul în care va fi amplasată gura galeriei de coastă trebuie să ofere următoarele posibilități :

— să fie interceptat corpul de substanță minerală utilă cu o galerie cît mai scurtă ;

— să fie astfel amplasat, încît la cercetarea unui afloriment de substanță minerală utilă cu grosime mică, săparea să se facă în filon și în rocile din culcuș ;

— să fie amplasat cît mai jos posibil pe pantă, pentru a avea deasupra o zonă de cercetare cît mai mare ;

— să fie amplasat mai sus decît nivelul apelor de curgere, pentru a evita inundațiile ;

— să fie astfel amplasat, încît să existe loc suficient pentru haldă ;

— să nu fie în direcția vînturilor constante, pentru a evita intrarea în lucrarea minieră a prafului sau exhalației haldei.

În condițiile unui relief neaccidentat, cu pante domoale, și în condițiile în care acumulările de substanțe minerale utile sînt presupuse că se găsesc la adîncimi mai mari în scoarță, galeriile se sapă dintr-un puț (fig. 53). Ele pot fi și în acest caz direcționale sau transversale.

Pentru urmărirea grosimii unui filon întîlnit în galeria de prospecțiune sau pentru completarea coloanelor stratigrafice, mai este necesar să se execute o serie de lucrări anexe, ca, de exemplu, nișe, suitori, jompuri etc.

Galeriile de prospecțiune au profil trapezoidal, mai rar dreptunghiular. Mărimea profilelor de săpare este de minimum 2,60 m² (tavanul de 1,29 m, vatra de 1,60 m, înălțimea de 1,80 m). În cazul cînd galeria de prospecțiune va fi folosită și în faza de explorare pentru continuarea cercetărilor, profilul de săpare va fi de 3,4 m² sau 3,87 m². Lungimea galeriei de prospecțiune variază de la cîțiva metri pînă la cîțiva zeci de metri și numai rareori depășește 1 000 m.

Cartarea geologică a galeriilor. În paralel cu săparea galeriilor și înainte de efectuarea susținerii definitive trebuie să se efectueze cartarea geologică a acestora. Ea se face pe planuri miniere și constă din urmărirea tuturor variațiilor litologice, a contactelor dintre formații, a sistemelor de fracturi, a mineralizațiilor, a ivirilor de cărbuni etc. În galerii se măsoară direcția, înclinarea și grosimea filoanelor, a stratelor și a contactelor dintre cele două formații.

Scanned with OKEN Scanner

Direcția și înclinarea stratelor sau a filoanelor se măsoară fie cu busola geologică, fie cu busola suspendată (fig. 54) și cu eclimetrul (fig. 55).

În cazul cînd azimutul magnetic al direcției unui strat, urmărit de o galerie direcțională, se măsoară cu busola suspendată, va fi necesar să se întindă sfoara AC la distanțe

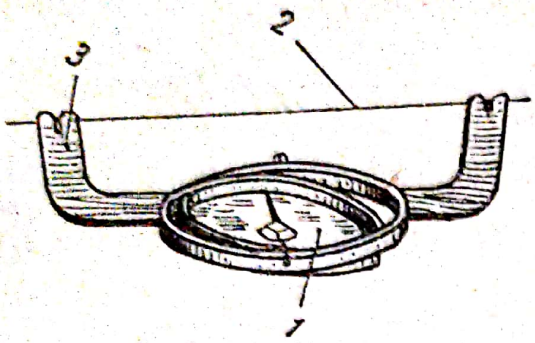


Fig. 54. Busola suspendată:
1 — busolă obișnuită cu cercul divizat în grade sau ore; *2* — sfoară pentru suspendat; *3* — dispozitivul de suspensie.

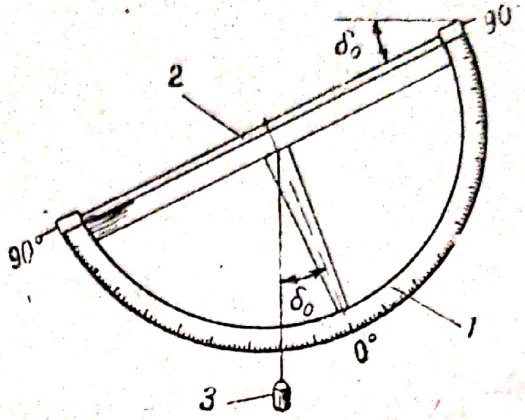


Fig. 55. Eclimentul suspendat:
1 — semicerc gradat de la 0^0 — 90^0; *2* — sfoară pentru suspendat; *3* — fir cu plumb care indică unghiul de înclinare.

egale de acoperiș (fig. 56). De această sfoară se suspendă busola B, cu nordul (N) orientat în sensul în care cade stratul. Se măsoară în acest fel azimutul înclinării stratului din care se scade 90° și se obține direcția stratului.

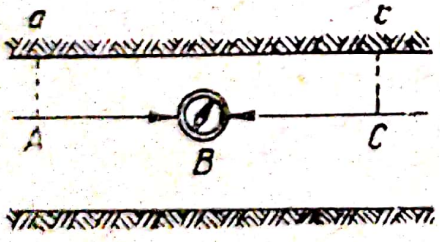


Fig. 56. Măsurarea direcției unui strat cu busola suspendată, într-o galerie direcțională.

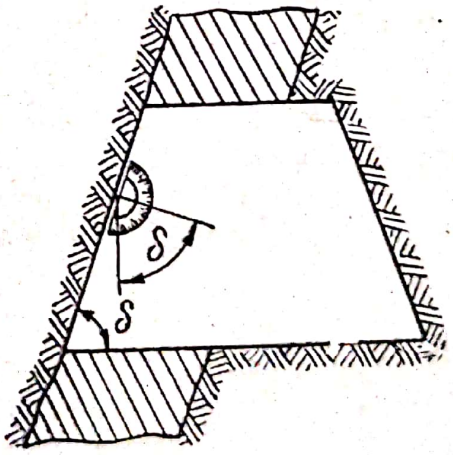


Fig. 57. Măsurarea înclinării unui strat cu eclimetrul într-o galerie direcțională.

Înclinarea stratului se măsoară pe porțiunea cuprinsă între punctele A și C, unde apare o suprafață de strat plană. Pe această suprafață se așază eclimetrul în așa fel ca dia-

Scanned with OKEN Scanner

metrul acestuia să fie paralel cu linia de cea mai mare pantă a stratului (fig. 57). Unghiul de înclinare δ va fi indicat de firul cu plumb.

Dacă stratul este deschis de o galerie transversală, după un contur *ABCD*, măsurarea direcției se face tot cu busola suspendată (fig. 58). Între deschiderile laterale ale stratului *A-B* și *C-D* se întinde o sfoară orizontală, de care se suspendă busola ce va indica direcția stratului.

Pentru măsurarea unghiului de înclinare se întinde o altă sfoară între punctele *EF*, paralel cu linia de cea mai mare pantă; punctul *E* se găsește pe firul orizontal, iar punctul *F* în vatra galeriei. Sfoara, cu eclimetrul suspendat de ea, se deplasează de un capăt pînă cînd firul cu plumb indică valoarea cea mai mare a unghiului de înclinare δ.

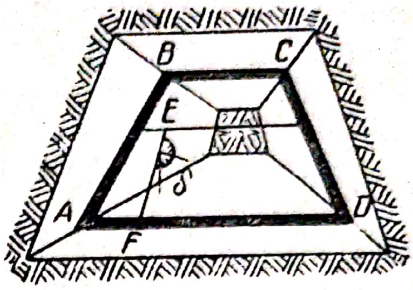


Fig. 58. Măsurarea direcției și înclinării unui strat cu busola suspendată și cu eclimetrul, într-o galerie transversală.

Uneori sînt necesare construcții grafice pentru determinarea valorii reale a direcției și înclinării, deoarece în galeriile care deschid stratul după o direcție oblică se măsoară numai valorile aparente.

Grosimea stratelor și a filoanelor se măsoară direct în galeriile de prospecțiune sau se determină prin construcții grafice. Dacă stratele sau filoanele au grosimi reduse, ce pot

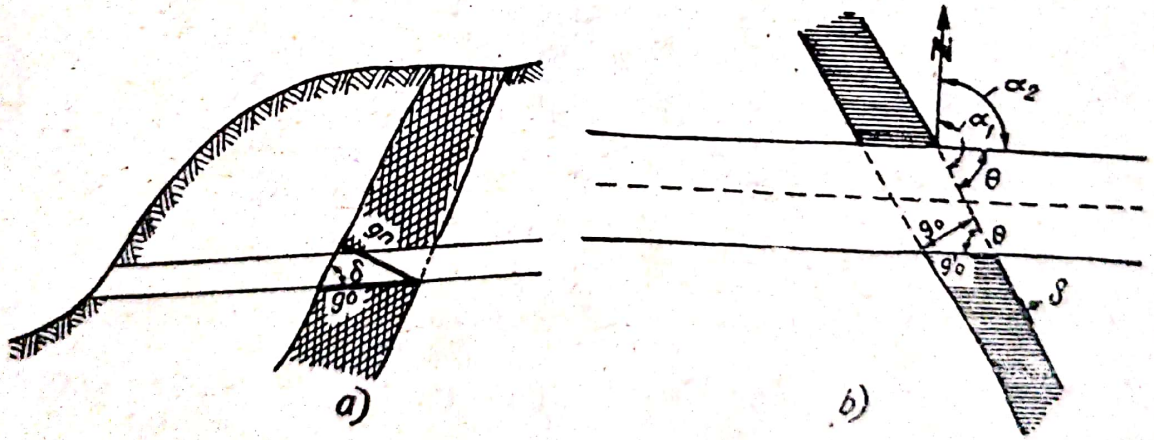


Fig. 59. Determinarea grosimii normale a unui strat:
a — într-o galerie transversală; *b* — la traversare cu o galerie sub un anumit unghi (în plan).

fi cuprinse în profilul galeriei, în galerii se măsoară direct grosimea normală *gn* și grosimea orizontală *go*. La stratele și filoanele cu grosimi mari, ce nu pot fi cuprinse în profilul

galeriei, se măsoară direct numai grosimea orizontală *go* (fig. 59 *a*). Grosimea normală *gn* se determină cu formula :

$$gn = go \sin \delta$$

În cazul cînd galeria transversală nu se execută perpendicular pe direcția stratului sau a filonului, ci după un unghi θ, adică diagonal, în galeria respectivă se va putea măsura numai grosimea aparentă *go* și nu grosimea orizontală *go* (fig. 59, *b*). Dacă notăm cu α_1, direcția stratului sau a filonului, cu δ, înclinarea acestora, iar cu α_2, direcția galeriei transversale, rezultă următoarele :

$$\theta = \alpha_1 - \alpha_2 ;$$

$$go = g'o \sin \theta .$$

Luînd în considerare relația : $gn = go \sin \delta$, obținută în cazul cînd galeria transversală este perpendiculară pe direcția stratului sau a filonului, se poate deduce :

$$gn = g'o \sin \theta \sin \delta .$$

Detaliile cartografice care nu pot fi redate pe planurile de situație se reprezintă pe schițe cu pereții galeriei rabatați sau desfășurați, alcătuite la scara 1 : 200, 1 : 100 sau 1 : 50.

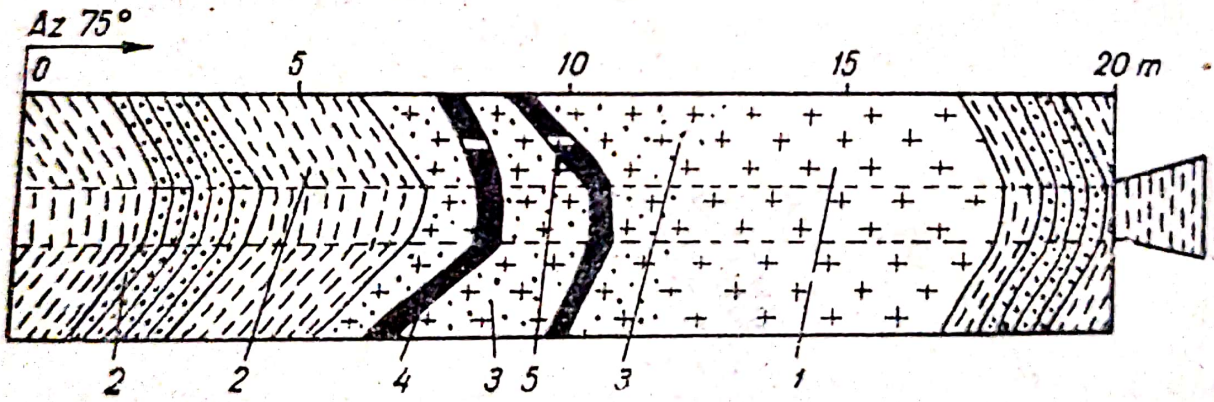


Fig. 60. Reprezentarea prin rabatere :
1 — dacite ; *2* — gresii și marno-calcare ; *3* — dacite pirizate și sericitizate ; *4* — filon polimetalic ; *5* — brazdă de probare.

În cazul schițelor cu pereții galeriei în rabatare, detaliile cartografice se reprezintă numai pe cei doi pereți și pe tavan (fig. 60) ; vatra nu se redă pe schiță. Pe schițele cu pereții galeriei în desfășurare se reprezintă vatra, cei doi pereți și uneori tavanul (fig. 61). În acest caz datele cartografice se trec pe pereți, pe tavan, (dacă acesta se reprezintă) și rareori pe vatră.

Scanned with OKEN Scanner

Fiecare schiță va conține: numărul sau numele galeriei, cota galeriei, direcția galeriei, distanțele față de punctele de intrare, poziția filoanelor și stratelor, punctele de probare și punctele de unde încep alte lucrări ca: galerii, nișe, jompuri sau suitori.

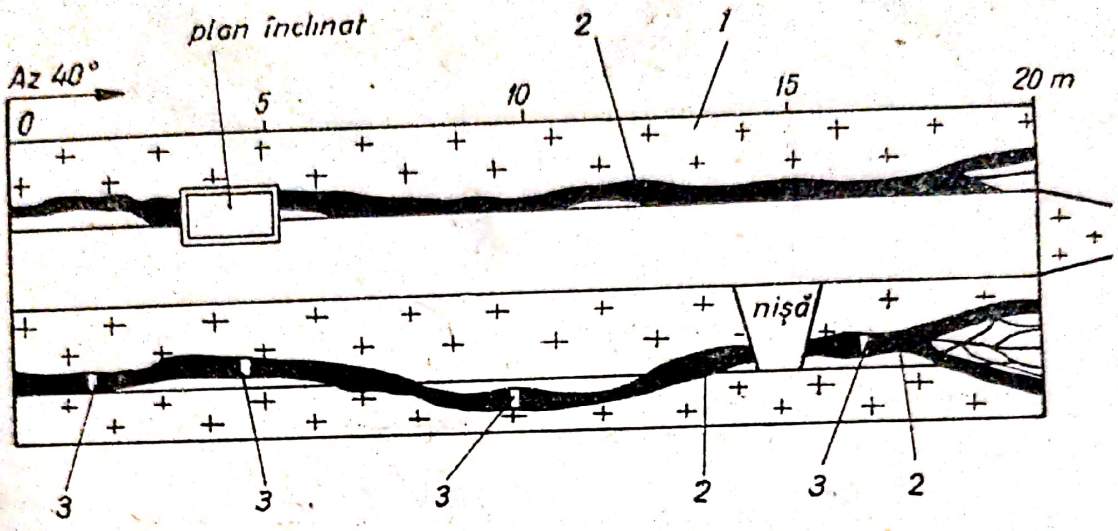


Fig. 61. Reprezentarea prin desfășurare:
1 — granite; *2* — filon cuprifer; *3* — brazdă de probare.

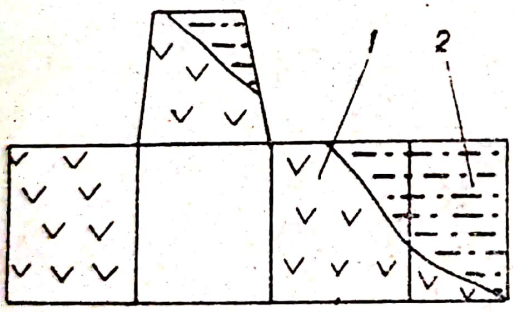


Fig. 62. Reprezentarea datelor geologice dintr-o nișă:
1 — dacit; *2* — șisturi argiloase.

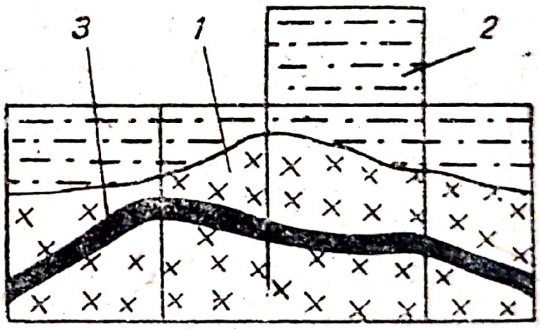


Fig. 63. Reprezentarea datelor geologice dintr-un suitor:
1 — andezite; *2* — șisturi argiloase; *3* — filon.

De multe ori sînt necesare schițe cu pereții nișelor, suitorilor sau jompurilor în desfășurare (fig. 62, 63, 64). Frontul de lucru va fi de asemenea schițat și descris în carnetul de teren, fără a neglija cele mai mici detalii (fig. 65).

Pentru a culege date informative asupra calității substanțelor minerale utile se colectează probe chimice și petrografice din zonele în care se interceptează filoane metalifere,

Scanned with OKEN Scanner

strate de cărbuni etc. În general, la prospecțiune se iau probe prin brazde și cu bucata. Asupra metodologiei probării substanțelor minerale utile vom insista într-un alt capitol.

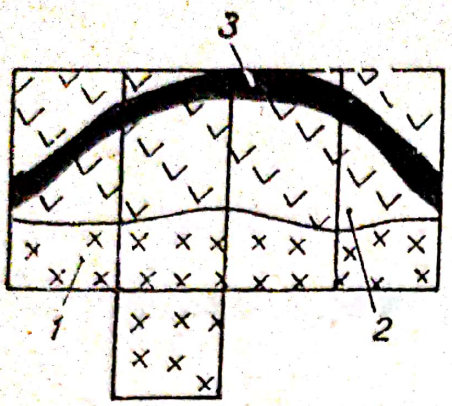


Fig. 64. Reprezentarea datelor geologice dintr-un jomp:
1 — andezite; *2* — dacite; *3* — filon.

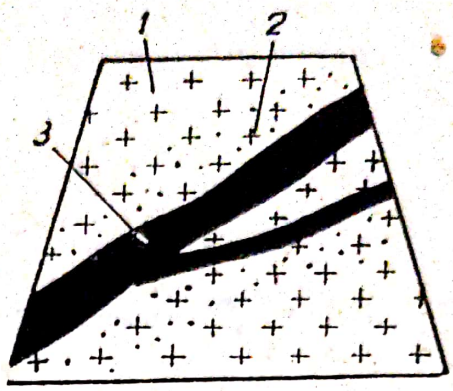


Fig. 65. Schița frontului de lucru a unei galerii transversale:
1 — granite; *2* — granite silicifiate și pirităzate; *3* — filon cuprifer.

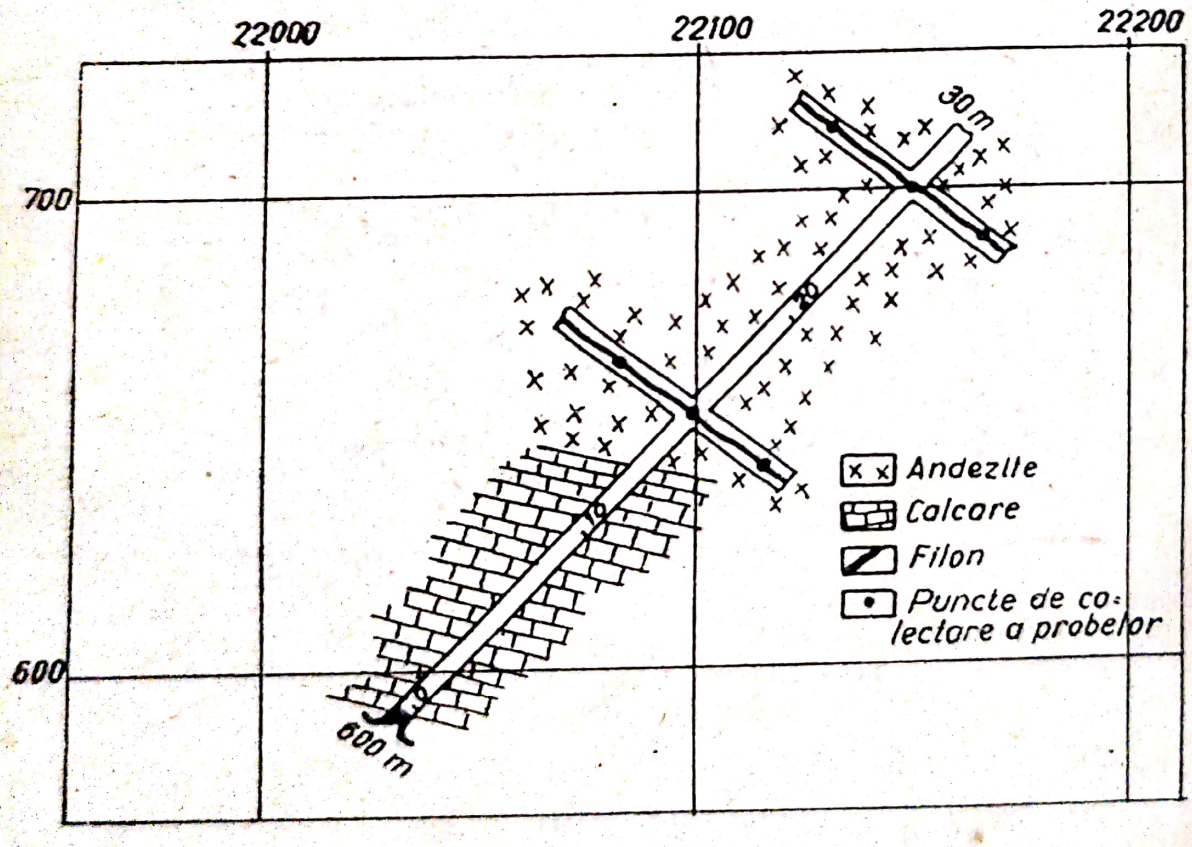


Fig. 66. Planul unei galerii de prospecțiune.

Reprezentarea datelor geologice. Toate datele geologice culese din galerii, nișe, jompuri, suitori vor fi reprezentate pe planuri care se întocmesc la scara 1 : 1 000, 1 : 500, 1 : 200 sau 1 : 100 (fig. 66). Pe aceste planuri se trec de asemenea și

Scanned with OKEN Scanner

punctele de probare, care vor fi numerotate în aceiași ordine ca și probele.

Datele care provin de la cartarea subterană vor fi utilizate la interpretarea structurii geologice a regiunii și a anomaliilor geofizice și geochimice. Ele se corelează cu datele geologice de suprafață, completînd profilele geologice în care se reprezintă și corpul de substanță minerală utilă identificat prin lucrările miniere.

b. **Prospecțiunea prin foraje.** Pentru determinarea unor structuri geologice acoperite, în vederea descoperirii de substanțe minerale utile în cuprinsul lor, prospecțiunea prin foraje este foarte eficientă. În acest scop se folosesc foraje manuale sau foraje mecanice. Ele se aplică pe baza indicațiilor geologice, geofizice și geochimice.

Uneori datele obținute prin aceste foraje dau informații directe despre existența substanței minerale utile căutată. De cele mai multe ori însă, datele obținute servesc numai pentru descifrarea structurii geologice a formațiilor și prin aceasta, în mod indirect, la formularea unor concluzii cu privire la posibilitatea existenței substanței minerale respective. Cînd numărul sondelor este mare, datele obținute servesc pentru întocmirea de hărți geologice ale formațiilor de sub învelișul cuaternar, precum și de hărți structurale pentru anumite strate reper.

1) *Foraje manuale.* În prospecțiunea de mică adîncime se folosesc forajele manuale. Pentru adîncimi mai mici de 15 m se utilizează burghiul simplu (foreza manuală) iar pentru adîncimi de pînă la 50 m se folosește burghiul cu trepeid. Pentru adîncimi cuprinse între 50—100 m se întrebuințează tot mai puțin astăzi sondeze manuale, care lucrează percutant sau rotaiv, ca, de exemplu, sondeza manuală cu balansier, sondeza manuală „Craelius" etc. Locul lor este luat de sondeze mecanice, adesea autopurtate.

Punctele de forare se aleg uneori izolat, alteori se fixează de-a lungul unor aliniamente orientate perpendicular pe direcția stratelor sau pe direcția unei anomalii. Ele mai pot fi dispuse și într-o rețea cu ochiuri pătratice, dreptunghiulare sau rombice.

În vederea excutării hărții geologice, punctele forate se ridică topografic și se trec pe un plan de detaliu la scara 1 : 1 000, 1 : 2 000 sau 1 : 5 000. Ele pot figura și pe hărțile geologice, geofizice sau geochimice pentru a ușura interpretarea datelor geologice.

Scanned with OKEN Scanner

În carnetul de teren se notează numărul locației, numărul profilului și cota locației. Se examinează amănunțit materialul carotat, urmărindu-se succesiunea de roci întîlnită în lungul profilului respectiv și, în general, toate indicațiile care dau informații referitoare la prezența unor mineralizații, indicații de gaze, petrol etc.

Cu ajutorul acestor date se întocmește profilul geologic la scara 1:200 sau 1:100, care va conține coloana litologică și adîncimile, exprimate în metri. Datele profilelor sînt utilizate la alcătuirea hărții geologice și, în cazul cînd au fost întîlnite orizonturi reper sau un grup de strate caracteristice la alcătuirea secțiunilor geologice.

2) *Forajele mecanice.* Forajele mecanice sînt utilizate, în general, pentru cercetări la adîncimi mai mari de 50 m. Săparea găurilor de sondă la adîncimi cuprinse între 50—1 200 m se face cu sondeze mecanice, iar de la 1 200 m și pînă la adîncimi mari (peste 3 000—4 000 m) se face cu instalații de foraj de mare adîncime.

Tipuri de sonde de prospecțiune. Forajele executate în faza lucrărilor de prospecțiune se clasifică în funcție de obiectivul urmărit.

— Unele sonde săpate cu sondezele de prospecțiune pînă la adîncimi maxime de 1 000—1 200 m urmăresc întocmirea hărților structurale la anumite repere stratigrafice sau litologice în zona în care lipsesc deschiderile naturale și în care s-au executat lucrări de prospecțiune cu metode geofizice, în special cu metoda seismică. În general, prin aplicarea metodei seismice de reflexie nu se obțin date referitoare la structura pachetului superficial, gros de 300—400 m, și nici date privind existența unor detalii tectonice, cum sînt, de exemplu, anumite falii cu importanță deosebită în formarea și conservarea acumulărilor de substanțe minerale utile. Executînd o rețea de foraje săpate cu sondeze mecanice, se obțin date care permit întocmirea de hărți structurale în formațiile superioare neinvestigate cu metoda seismică și în care sînt cuprinse și detaliile privind existența faliilor menționate mai sus. Forajul executat în acest scop cu sondeze, reprezintă un *foraj structural de mică adîncime.*

— Alteori, forajul de mică adîncime se execută cu un număr mai redus de sonde, *în scopul descoperirii chiar a substanței minerale utile* într-o zonă indicată ca favorabilă, prin anumite metode de prospecțiune geologică, geofizică și geochimică, de exemplu, prin cartarea geologică, magnetometrie, radiometrie și metode geochimice.

Scanned with OKEN Scanner

— Alte sonde de prospecțiune sînt săpate la adîncimi mai mari, cu instalații de foraj mai grele, pentru a verifica existența în adîncime a anumitor elemente structurale indicate de metodele de prospecțiune geofizice, în special de seismometrie. Numărul unor asemenea sonde este mai redus decît al celor din categoria anterioară și în general se execută trei sonde pe un profil transversal pe axul structurii indicate prin metodele seismice. Adîncimea acestor sonde variază între 1 200 și 3 000 m, în funcție de adîncimea la care se găsește formația care prezintă interes pentru viitoarea activitate de explorare.

Deși adînci, aceste sonde de prospecțiune se sapă, în general, cu diametrul mic și cu un tubaj redus, obținîndu-se astfel o viteză de foraj mărită și un preț de cost redus. Acest gen de foraj de prospecțiune reprezintă forajul structural adînc.

— În anumite unități structurale majore sau anumite sectoare ale acestora, nu este cunoscută nici grosimea învelișului sedimentar, nici succesiunea stratigrafică a formațiilor constituente și nici caracterul general tectonic al acestor formații. Pentru lămurirea acestor obiective principale se sapă *sonde de referință* a căror adîncime depășește, în general, adîncimea de 3 000 m. Ca exemple de asemenea sonde de referință se pot da primele sonde adînci săpate în Platforma Moesiană (pentru cunoașterea formațiilor constituente ale învelișului sedimentar, ca vîrstă, alcătuire litologică, caractere tectonice și posibilități de hidrocarburi), în zona flișului Carpaților Orientali (pentru verificarea structurii în pînză a zonei paleogene), în zona neogenă a Depresiunii Precarpatice (pentru cunoașterea formațiilor de sub neogenul învestigat parțial cu sonde), în regiunea exploatărilor miniere din Munții Apuseni (pentru învestigarea adîncă a zonelor mineralizate) etc.

Datele obținute prin săparea sondelor de referință sînt deosebit de valoroase pentru aprecierea în mare a gradului de perspectivă în legătură cu existența diferitelor substanțe minerale utile a unităților structurale în cuprinsul cărora se sapă aceste sonde. Ele servesc cu succes atît pentru planificarea rațională, științific documentată, a lucrărilor de prospecțiune, cît și pentru interpretarea datelor geofizice înregistrate prin aplicarea diferitelor metode geofizice de prospecțiune.

Alegerea punctelor de foraj. Alegerea locațiilor de sondă se face în funcție de obiectivul urmărit prin forajul ce urmea-

Scanned with OKEN Scanner

ză a fi executat. Astfel, în cazul prospecțiunii prin foraj structural de mică adîncime, sondele se amplasează pe profile (aliniamente) dispuse perpendicular pe direcția stratelor, respectiv a elementului structural indicat de seismometrie sau a anomaliei indicate prin alte metode geofizice sau geochimice.

Distanța dintre sondele de pe un profil (aliniament) și între profile variază în funcție de obiectivul urmărit și de gradul de detaliu al lucrării, ajungîndu-se pînă la o rețea de sonde a cărei formă poate fi pătratică, dreptunghiulară sau rombică.

Pentru forajul structural adînc amplasarea sondelor pe profil este condiționată de forma, dimensiunile și înclinarea flancurilor elementului structural cunoscut prin alte metode de prospecțiune.

Sondele de referință sînt izolate, iar amplasamentul este ales în funcție de un minimum de date obținute prin lucrări de prospecțiune cu caracter de recunoaștere regională, executate, în general, cu metode geofizice. În cazul unor probleme speciale, cum este, de exemplu, structura în pînză a zonei flișului paleogen, la amplasarea sondelor de referință se ține seama de caracterele generale ale zonei, deduse atît pe baza observațiilor de suprafață, cît și a unor date geofizice (gravimetrice) etc.

Investigația geologică și geofizică a găurii de sondă. Indiferent de categoria de sonde de prospecțiune, acestea se execută pentru a obține cît mai multe date privind condițiile geologice în care se găsește acumularea respectivă de substanță minerală utilă. Aceste date se obțin prin studiul carotelor extrase și al diferitelor mijloace geofizice de investigare a sondelor.

Carotajul mecanic se execută în general în mod continuu la forajul de mică adîncime. În cazul rocilor eruptive sau metamorfice cu diferite mineralizări, ca și în cazul unor formații sedimentare subțiri de vîrste diferite și cu variații frecvente în alcătuirea litologică, este necesar ca să se execute carotaj mecanic continuu. În cazul unor formații sedimentare mai groase și omogene, în care prin forajul cu sondeze se urmărește determinarea în detaliu a unor elemente structurale, carotajul mecanic continuu se execută numai la un număr restrîns de foraje. Pentru restul forajelor se folosește un carotaj mecanic intermitent, în scopul controlării vîrstei formațiilor străbătute, iar pentru corelație se folosesc anumite repere caracteristice înscrise pe diagramele electrice.

Scanned with OKEN Scanner

La forajul structural adînc și la forajul de referință, carotajul mecanic se execută intermitent și anume, la intervale de 25—50 m. Pentru formațiile sedimentare cunoscute din datele de suprafață, în special cele apropiate de gura sondei, intervalele între carote pot fi uneori mărite pînă la 100 m, în cazul forajului structural adînc. Identificarea și corelarea formațiilor întîlnite în sonde va fi făcută și în acest caz prin combinarea datelor de carotaj mecanic cu cele obținute prin diagrama electrică. În plus, se folosesc și probele colectate de pe sita vibratoare din analiza cărora rezultă alcătuirea litologică, vîrsta și uneori conținutul în anumite substanțe minerale utile, ale rocilor străbătute de sondă.

În afară de carotajul mecanic obișnuit, la forajul structural adînc și la forajul de referință care străbat formații sedimentare, se iau și cîteva *carote orientate* pentru a ne putea da seama de poziția reală a stratelor, atît ca direcție, cît și ca înclinare. Acest lucru este necesar, deoarece înclinările măsurate pe carotele obișnuite nu reprezintă înclinări reale ale stratelor, ci înclinări aparente. Valoarea unghiului de înclinare măsurat pe carotă diferă de valoarea reală din cauza *devierii de la verticală* suferită de gaura de sondă. În adevăr, foarte rar se întîmplă ca sondele să-și păstreze o poziție verticală. De cele mai multe ori sondele suferă o deviere de la verticală din următoarele cauze :

— înclinarea stratelor formate din alternanțe de roci cu durități diferite ;

— necentrarea perfectă a instalației de foraj (axa geamblac-centrul mesei rotative nu este perfect verticală), flexibilitatea prăjinilor de foraj și apăsarea executată asupra sapei de către maistrul de foraj.

Valorile deviațiilor de sondă pot depăși uneori chiar 20°—25° și se măsoară cu diferite aparate, unele măsurînd numai unghiul de deviere (înclinometre sau înclinografe), altele măsurînd și unghiul și direcția de deviere.

Influența deviației sondei asupra valorii înclinării reale a stratelor se poate vedea din figura 67. Cînd sonda este deviată perpendicular pe direcția de înclinare a stratelor (1), înclinarea reală va fi mai mare decît înclinarea aparentă măsurată pe carotă. Situația va fi inversă atunci cînd sonda este deviată în același sens cu căderea stratelor (2).

Scanned with OKEN Scanner

Dacă :

δ este înclinarea reală a stratelor ;
δ_1 — înclinarea aparentă, măsurată pe carotă ;
δ_2 — deviația sondei ;

atunci :

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 ; \qquad (1)$$

$$\delta = \delta_1 - \delta_2 . \qquad (2)$$

Carotajul mecanic are dezavantajul de a nu da posibilitatea să se studieze rocile străbătute de sondă din toate punctele de vedere, întocmai cum se examinează probele de teren luate din deschideri naturale. S-a arătat însă că în multe cazuri carotajul mecanic nu se poate executa continuu. Un asemenea carotaj ar prelungi foarte mult durata săpării sondei, ar ridica foarte mult prețul de cost și în plus, ar periclita și gaura de sondă prin provocarea de accidente tehnice. În afară de aceasta, chiar în cazul carotajului mecanic continuu, recuperajul probelor este numai parțial, mai ales în cazul probelor nisipoase.

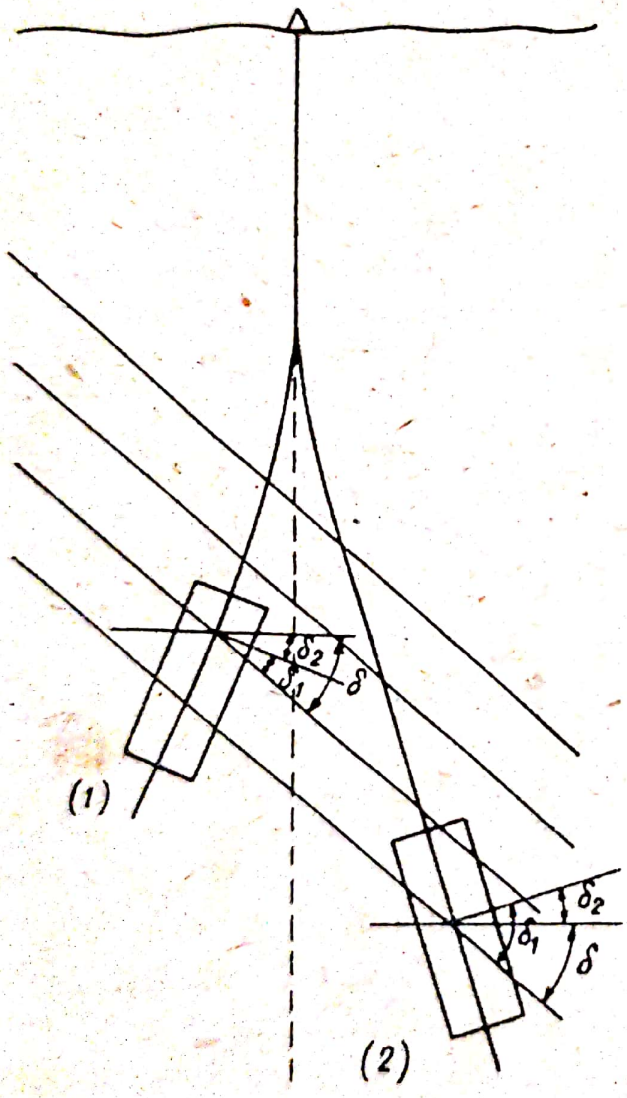


Fig. 67. Deviația sondei într-un plan perpendicular pe direcția stratului.

În scopul completării informațiilor obținute prin carotajul mecanic se utilizează astăzi pe scară tot mai largă investigarea cu metode geofizice și geochimice a găurii de sondă. Aceste metode permit pe de o parte completarea datelor privind alcătuirea litologică a formațiilor străbătute și pe de altă parte, conținutul lor în petrol, gaze, ape minerale, sare, cărbuni, în unele minereuri, etc.

Scanned with OKEN Scanner

Cea mai răspîndită dintre metodele geofizice este metoda electrică, bazată pe rezistivitatea rocilor străbătute de sondă și cunoscută sub denumirea improprie de *carotaj electric.* Profilul (diagrama) electric al sondei cuprinde două curbe (fig. 68) : curba polarizației spontane *(PS)* și curba rezistivităților.

Pe curba *PS* sînt înregistrate diferențele de potențial (în milivolți) născute în dreptul stratelor poroase, datorită schimbului de ioni ce are loc între noroiul de foraj și fluidul din stratul poros, iar pe curba rezistivității se înscriu variațiile rezistivităților aparente (în ohmi metri) datorite conținutului în diferite fluide ale stratelor străbătute de sondă. Compararea celor două curbe permite să se recunoască în profilul sondelor prezența rocilor poroase și neporoase și să se aprecieze conținutul lor în fluide (petrol, gaze, ape sărate).

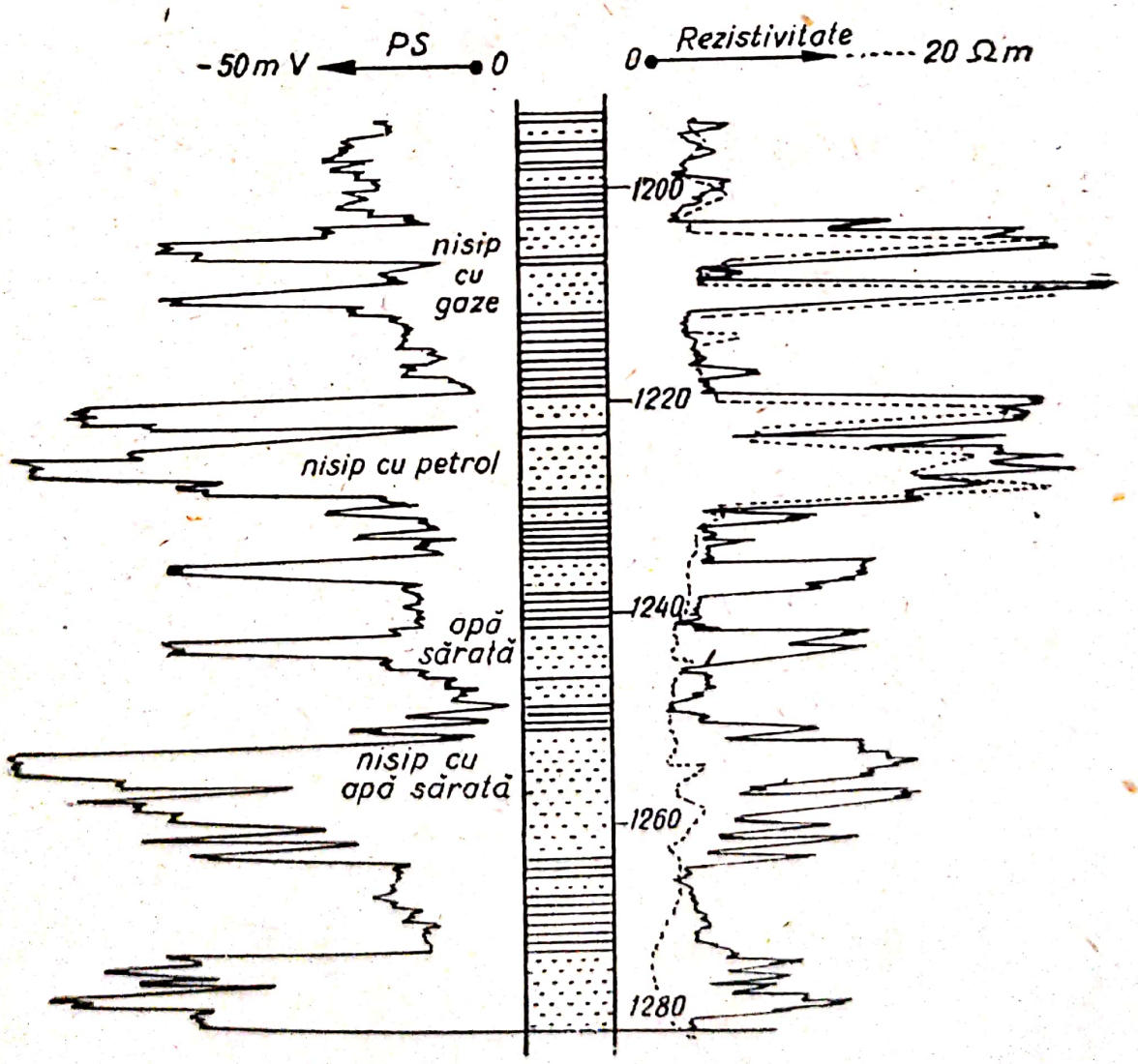


Fig. 68. Fragment de diagramă electrică.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru o apreciere mai reală a acestui conținut se utilizează datele cunoscute din analiza carotelor mecanice ; dacă în timpul forajului nu s-au luat carote din rocile poroase care pe diagrama electrică sugerează prezența unui conținut de hidrocarburi, atunci din aceste intervale se iau probe laterale (cu ciupitorul) și analiza acestora va procura date suplimentare despre existența eventuală a petrolului sau gazelor.

Indicații valoroase în legătură cu conținutul fluidelor în stratele poroase dă și *carotajul electric lateral (BKZ)*, o metodă de diagrafie electrică sovietică. Printr-un anumit aranjament al electrozilor măsurători se obține o putere de investigație a stratului pe o rază de 10—12 m în jurul găurii de sondă, deci curba de rezistivitate exprimă conținutul real în fluide al stratului, nealterat de apa filtrată în strat din noroiul de foraj (fig. 69).

În anii puterii populare, investigarea geofizică a sondelor se face cu ajutorul *carotajului radioactiv*. Această metodă se bazează pe măsurarea radiațiilor nucleare ale rocilor întîlnite de sondă și se aplică în două variante :

— carotajul gama, care constă în măsurarea radiațiilor naturale gama a rocilor străbătute de sondă ;

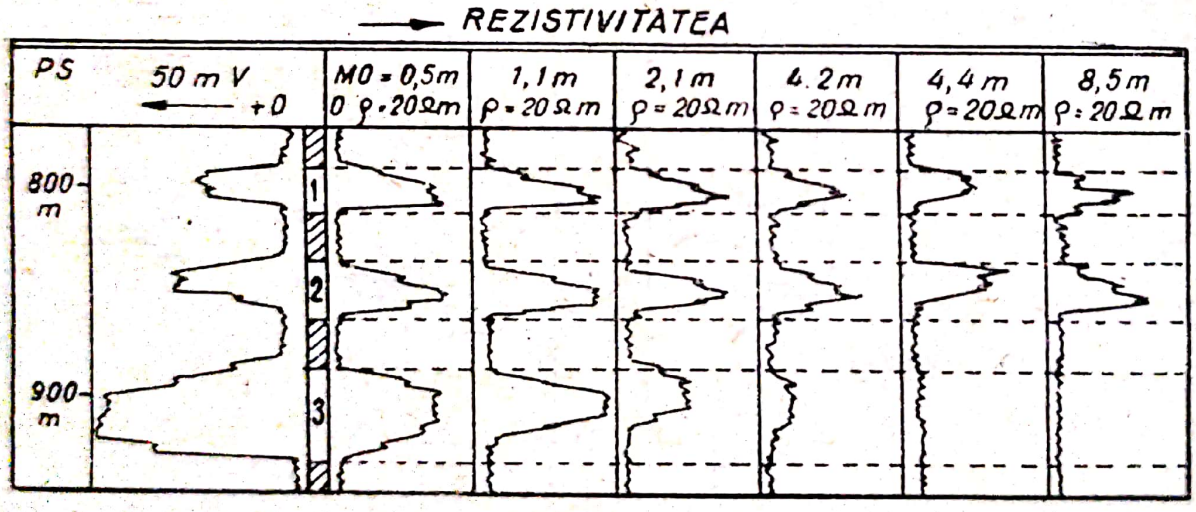


Fig. 69. Fragment de diagramă *BKZ* (carotaj electric lateral) :
1, 2 — nisip petrolifer ; *3* — nisip acvifer.

— carotajul gama neutronic, care constă în măsurarea radiației gama secundare, ce ia naștere în roci prin bombardarea acestora din urmă cu neutroni proveniți de la o sursă ce se introduce în sondă împreună cu aparatul de măsură.

Intensitatea radiațiilor naturale gama este în funcție de compoziția litologică a rocilor cercetate, îmbogățite în mi-

Scanned with OKEN Scanner

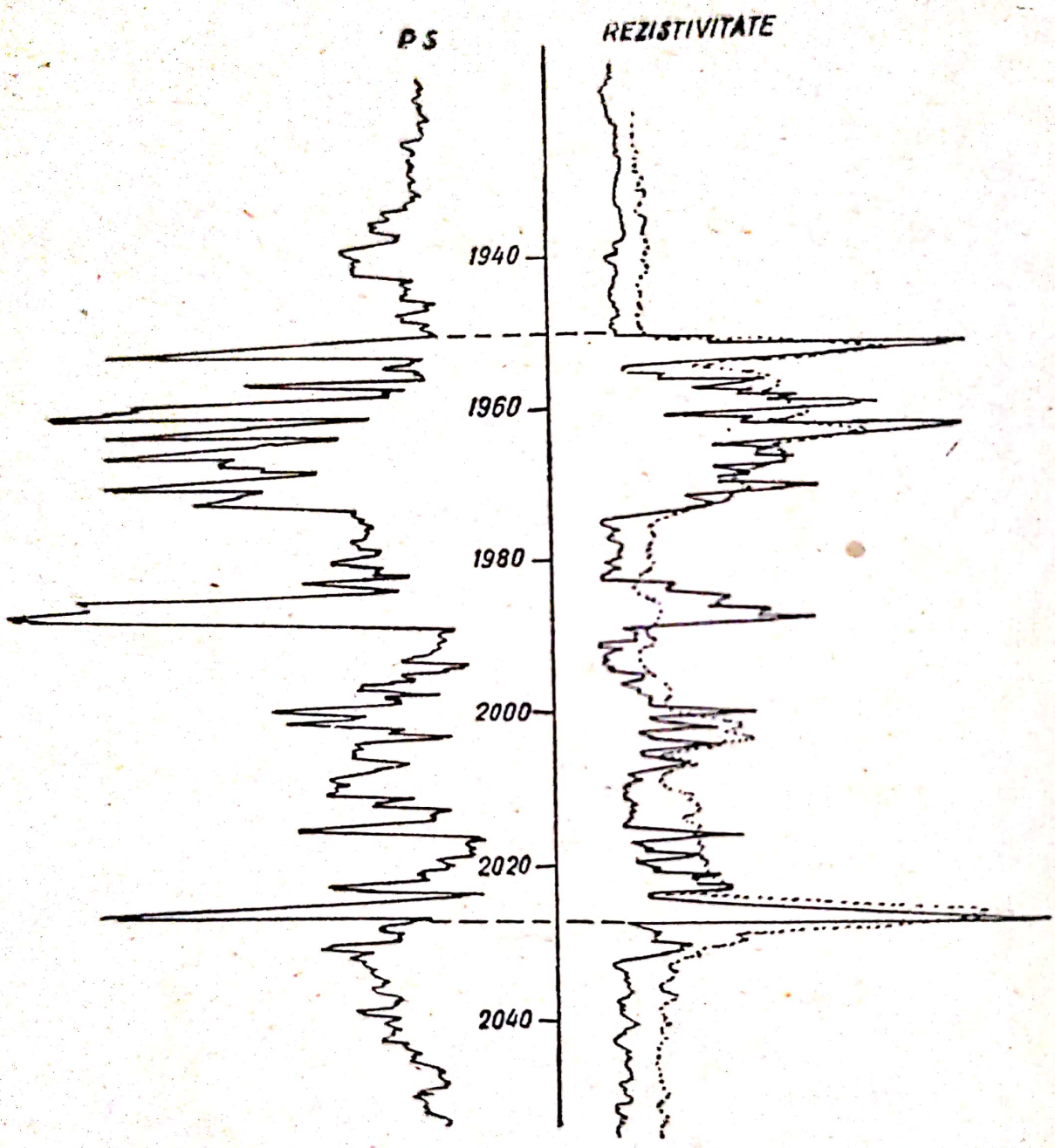
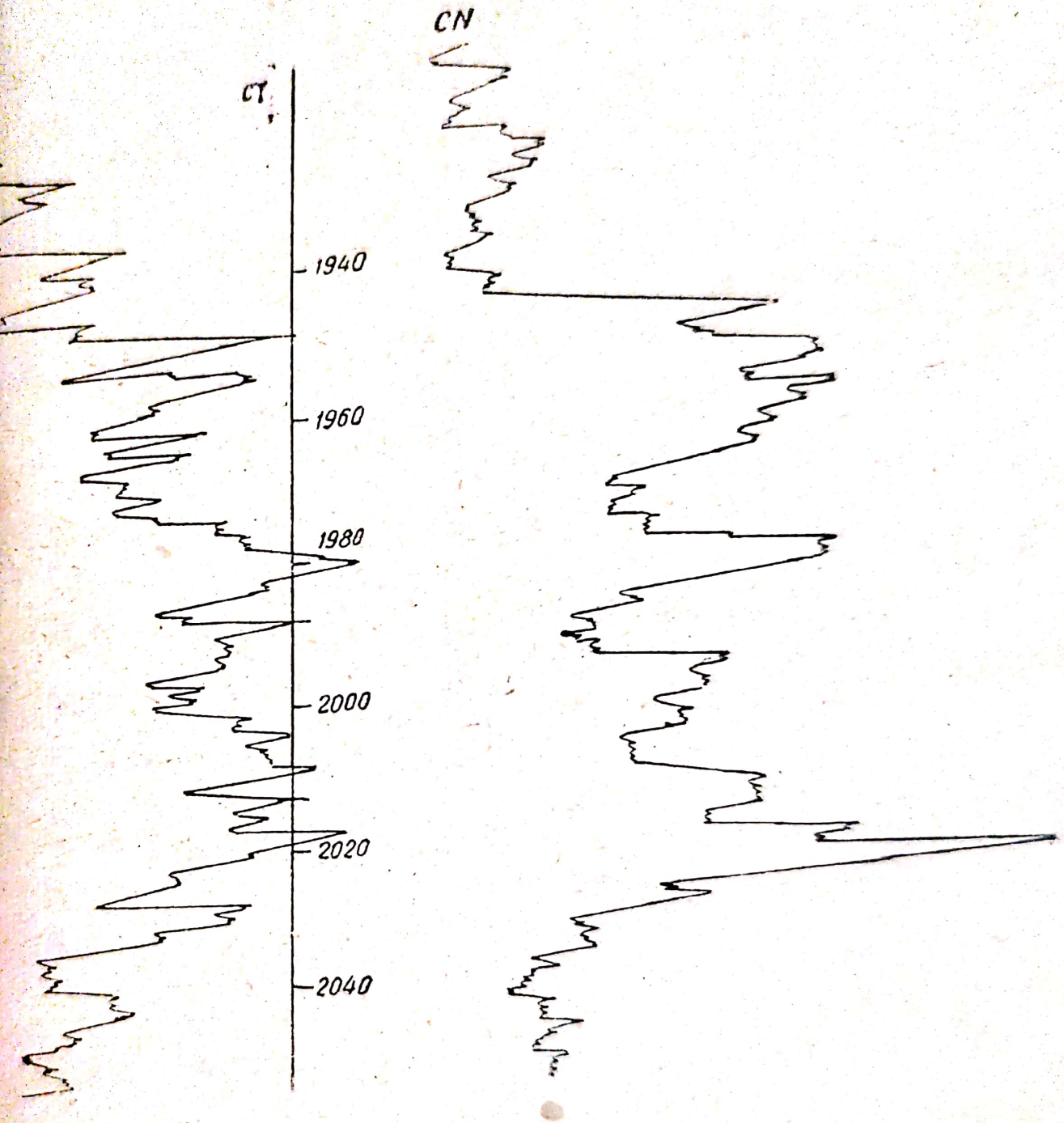


Fig. 70. Diagramă radioactivă compa
$cγ$ — curba gama ; CN — c

Scanned with OKEN Scanner



ată cu diagramă electrică :
rbă neutronică.

Scanned with OKEN Scanner

nerale radioactive în timpul procesului de sedimentare. Radioactivitatea mărită este indicată prin devierea spre dreapta a curbei, iar cea scăzută, prin devierea curbei spre stînga (fig. 70).

După intensitatea radioactivității, rocile se împart în trei grupe :

— roci cu radioactivitate mică : sarea, anhidritul, cărbunele brun, gresia, calcarul, dolomita etc.

— roci cu radioactivitate mare : argile șistoase, gresii șistoase, calcare șistoase etc. ;

— roci cu radioactivitate foarte mare : șisturi negre și brune, bogate în substanță organică, șisturi bituminoase, cenuși vulcanice, betonite, săruri de potasiu, granite etc.

Intensitatea radiației gama secundare depinde în special de gradul de saturație a rocilor cu apă și, în general, de conținutul rocilor în apă, petrol și gaze. Cu ajutorul curbei radiației gama secundare se poate deosebi mai ușor conținutul în apă de conținutul în petrol al rocilor, se pot deosebi calcarele și dolomitele impermeabile de cele impregnate cu apă sau petrol etc.

Față de carotajul electric, carotajul radioactiv are avantajul de a se putea executa și în sonde tubate și prin noroi de foraj sărat. Rezultatele cele mai bune se obțin prin compararea și corelarea celor două feluri de diagrame. Ambele diagrame se completează unele pe altele, cu profilul litologic al sondelor cît și cu conținutul în substanțe minerale utile al rocilor străbătute de sonde.

Semnalarea hidrocarburilor întîlnite în sonde se face și prin *metode geochimice, carotaj de gaze* care poate pune în evidență aparițiile de gaze în noroiul de foraj sau în carotele și detritusul extras din sonde, și dintr-un *carotaj fluorescent de bitumine* care permite determinarea bitumine-lor, fie din noroi de foraj, fie din carotele extrase.

Determinarea direcției și înclinării stratelor străbătute de sondă se face cu procedee mecanice, electrice și magnetice.

Procedeul mecanic se bazează pe orientarea carotei față de nordul magnetic, înainte de ruperea ei din talpă. Tubul interior al carotei, fix, primește carota, și cu ajutorul a trei cuțite marchează pe probă, pe măsura înaintării ei în tub, două șanțuri. Unul din aceste șanțuri reprezintă marca principală *M*, a cărei orientare față de nordul magnetic este înregistrată pe o diagramă cu ajutorul unui mecanism de orientare. Cunoscînd orientarea mărcii principale, se măsoară

Scanned with OKEN Scanner

direct pe carotă unghiul (în grade) dintre marca principală și punctul cel mai coborît al stratificației *PC* și prin adăugarea sau scăderea valorii sale din valoarea azimutului mărcii principale, se obține azimutul liniei de cea mai mare pantă *PC*, adică al înclinării stratului (fig. 71).

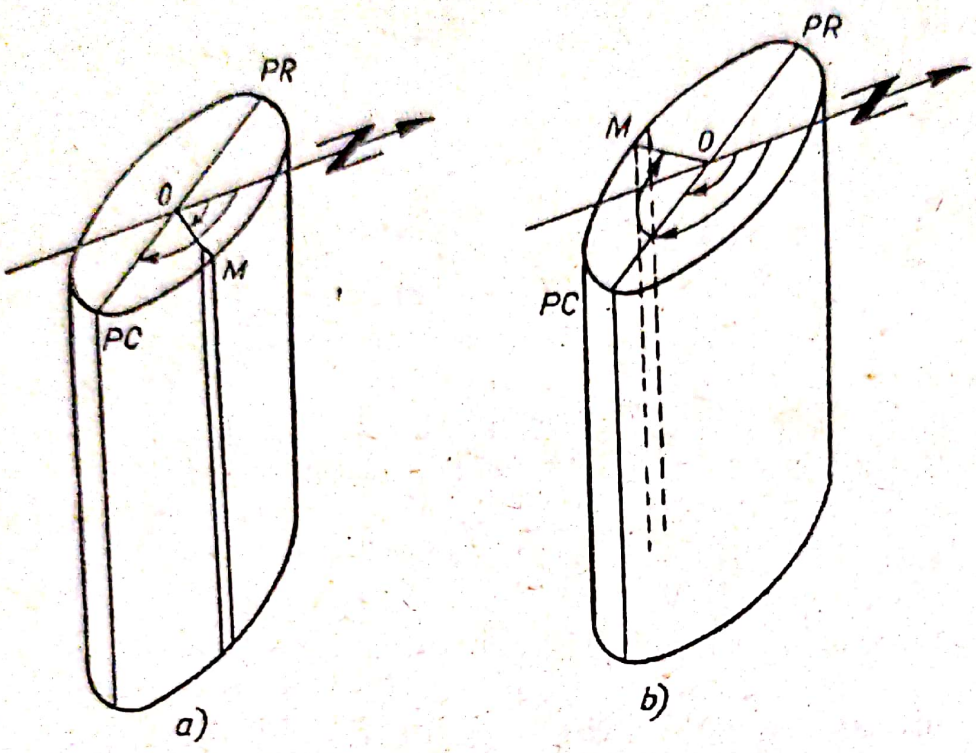


Fig. 71. Determinarea azimutului căderii stratului în funcție de azimutul mărcii principale:
a – azimutul *PC* = azimutul *M* + *MOPC*; *b* – azimut *PC* = azimut *M* – *MOPC*.

Valorile astfel obținute se corectează apoi în funcție de deviația sondei.

Acest procedeu a fost încercat și aplicat pentru prima dată în 1937, în țara noastră.

Procedeul electric cunoscut sub denumirea de „pandajmetrie" se bazează pe măsurători electrice în sondă (potențial spontan și rezistivități) și este din ce în ce mai puțin utilizat la noi, din cauza rezultatelor îndoielnice obținute.

Procedeul magnetic a început să capete în ultimul timp o mai largă întrebuințare și se bazează pe magnetismul remanent al rocilor. Procedeul a fost încercat de multă vreme în străinătate și a fost îmbunătățit și aplicat cu succes în țara noastră în ultimii ani.

Aceste procedee de determinare a direcției și înclinării stratelor se întrebuințează în general în forajul structural adînc, în forajul de referință și de explorare. Pentru forajul

Scanned with OKEN Scanner

structural de mică adîncime, aplicarea acestor procedee nu se poate face din cauza diametrului redus al găurilor de sondă. Dată fiind însă așezarea sondelor în rețea, se poate aplica cu succes *metoda triadei*, bazată pe corelarea în trei sonde a aceluiași strat reper caracteristic.

Determinarea direcției și înclinării stratelor prin metoda triadei se poate face *grafic* sau prin *calcul*.

— *Procedeul grafic*. Sondele sînt amplasate pe plan, la scară (fig. 72). Lîngă fiecare sondă se trece adîncimea în valoare absolută a reperului corelat.

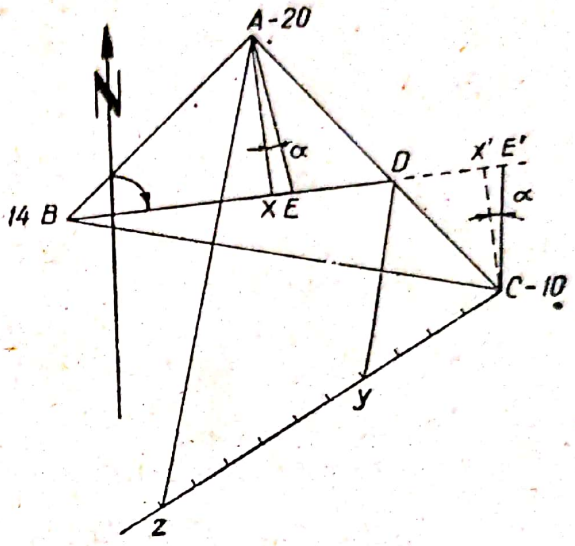


Fig. 72. Determinarea grafică a direcției și înclinării stratelor prin metoda triadei.

Din punctul cel mai ridicat *C* se duce o dreaptă într-o direcție oarecare (de exemplu, *C—Z*). Din *C*, ca origine, se ia un număr de diviziuni egal cu diferența dintre *C* și *A* (10 diviziuni între punctele extreme). Punctul *Z* se unește cu punctul *A*. Plecînd tot din *C* spre *Z*, se ia un număr de diviziuni egal cu diferența dintre *C* și *B* (4 diviziuni). Din punctul *y* se duce o paralelă la dreapta *AZ* pînă ce întîlnește dreapta *AC* în *D*. Dreapta *BD* este orizontală, în planul stratului *ABC* și deci reprezintă direcția stratului reper întîlnit în cele trei sonde. Perpendiculara *Ax* (sau *Cx'*) reprezintă linia de cea mai mare pantă, adică direcția de înclinare a stratului. Prin măsurarea unghiurilor făcute de dreptele respective cu linia nordului se obțin azimutele direcției și înclinării stratului.

Valoarea unghiului de înclinare se obține prin măsurarea unghiului făcut de segmentele *Ax* și *AE* sau de segmentele *Cx'* și *CE'*, *xE* reprezintă lungimea la scara planului a diferenței dintre cotele punctelor *B* și *A*, iar *x'E'* reprezintă lungimea la scara planului a diferenței între cotele punctelor *D* și *C*.

— *Procedeul prin calcul* constă în determinarea cu ajutorul unei formule a segmentului *CD*, ceea ce practic în-

seamnă aflarea direcției stratului prin măsurarea azimutului dreptei BD:

$$CD = \frac{B - C}{A - C} \cdot AC.$$

Pentru aflarea valorii unghiului de înclinare se împarte diferența dintre D și C cu lungimea perpendicularei Cx' coborîtă din C pe direcția stratului:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - C}{Cx'}.$$

În cazul cînd se ia în considerare diferența dintre cotele punctelor A și B și lungimea perpendicularei Ax, formula devine:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{A - D}{Ax}.$$

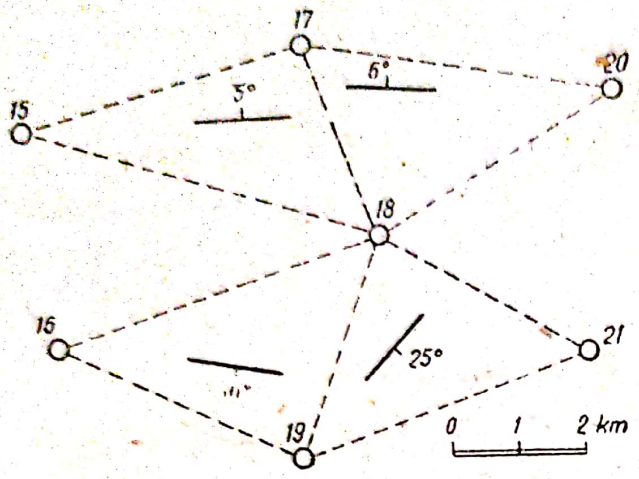


Fig. 73. Planul cu pozițiile de strat determinate prin metoda triadei.

Pozițiile de strat determinate prin metoda triadei, fie grafic, fie prin calcul, se trec pe planul pe care sînt amplasate sondele, sub formă de vectori, cu valorile unghiurilor de înclinare respective, întocmai ca și o poziție de strat măsurată în deschideri naturale (fig. 73).

Prelucrarea și interpretarea datelor de prospecțiune prin foraje. Amplasamentele sondelor sînt ridicate topografic și trecute pe planuri de detaliu care vor servi ca bază pentru construirea diferitelor hărți geologice. De asemenea, sînt trecute și pe hărțile geologice rezultate din cartare, pe hărțile geofizice sau geochimice, în vederea interpretării cu mai multă ușurință a condițiilor geologice din regiunea prospectată.

Carotele mecanice extrase sînt așezate în cutii de probe speciale, cu etichete, indicînd adîncimea corectă a intervalelor carotate și succesiunea reală a carotelor (se indică partea de sus și de jos a carotei).

Analizarea și descrierea probelor se face în ordinea normală indicată de adîncime. În această analiză se va da o atenție deosebită următoarelor obiective:

— Alcătuirea litologică a carotei, indicîndu-se în detaliu tipurile de roci, grosimea, culoarea, gradul de cimentare etc. (Grosimea normală a unui strat traversat de sondă se determină, ca și în cazul puțurilor, cu ajutorul grosimii verticale).

Scanned with OKEN Scanner

— Vîrsta materialului carotat; în acest scop se va determina conținutul macrofaunistic, microfaunistic, macrofloristic etc.

— Înclinarea stratelor în carotă, în cazul cînd materialul carotat prezintă stratificație. Aceasta se măsoară cu busola geologică sau cu un simplu goniometru și, pentru carotele mecanice obișnuite, reprezintă înclinarea aparentă. Înclinarea reală și azimutul acesteia, se poate determina pe carotele orientate.

— Prezența fisurilor în rocile compacte și orice semne indicatoare pentru existența unui accident tectonic (oglinzi de fracțiune, zone de brecifiere etc.

— Conținutul în substanțe minerale utile.

Datele care se obțin prin examinarea carotelor sînt utilizate la întocmirea profilelor geologice ale sondelor (fig. 74). Un astfel de profil, în cazul forajului de mică adîncime, va cuprinde coloana litologică, coloana culorilor, coloana reacției cu acid și coloana recuperajului; uneori se introduce și coloana concentratului magnetic. Pe marginea stîngă a coloanei recuperajului se notează adîncimile prin diviziuni din metru în metru cu numerotații din 5 în 5 m, iar în dreapta coloanei litologice se trec înclinările stratelor și eventualele indicații de substanțe minerale utile. Asemenea profile geologice se întocmesc de obicei la scara 1 : 500 și rareori 1 : 100.

În cazul forajului adînc de prospectare și al forajului de referință, profilul sondei se face de obicei la scara 1:1 000 pentru a se putea corela ușor cu diagramele electrice, radioactive etc. Carotele se trec pe acest profil ca și în cazul forajului de mică adîncime, completîndu-se, cînd există, cu date provenite din probe luate de pe sapă, probe de sită, sau probe laterale (luate cu ciupitorul).

Compararea profilului rezultat din descrierea carotelor și a celorlalte probe, cu diagramele electrice și radioactive,

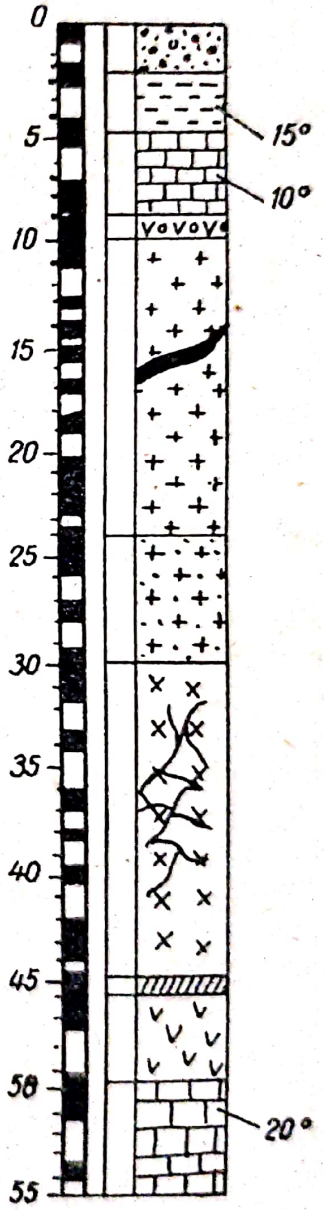


Fig. 74. Profilul geologic al unui foraj.

permite delimitarea formațiilor geologice străbătute de sondă și recunoașterea anumitor repere caracteristice, care vor servi la corelarea cu profilele celorlalte sonde. În felul acesta se obțin elementele de bază pentru construirea secțiunilor geologice și a hărților structurale necesare în planificarea și desfășurarea activității de explorare.

C. COMBINAREA DIFERITELOR METODE DE PROSPECȚIUNE

Metodele de prospecțiune descrise contribuie fiecare la obținerea de informații privind descifrarea structurii geologice a regiunii cercetate și posibilitatea de a descoperi în subsol acumulări de substanțe minerale utile.

Activitatea de explorare care urmează după prospecțiune se execută cu lucrări miniere și cu foraje. Aceste lucrări sînt mult mai costisitoare decît lucrările de prospecțiune și din această cauză, eficiența lor trebuie să fie cît mai ridicată. O eficiență ridicată însemnează descoperirea și pregătirea pentru exploatare a rezervelor de substanțe minerale utile cu un volum relativ mic de lucrări de explorare, într-un timp scurt și cu un preț de cost redus. Proiectarea lucrărilor miniere de explorare sau a forajului de explorare necesită o bază de cunoaștere cît mai completă a condițiilor geologice în care se găsește substanța minerală respectivă. Această cunoaștere se obține în faza de prospecțiune prin aplicarea nu a unei singure metode, ci a mai multor metode combinate, ținîndu-se bineînțeles seama de posibilitățile de aplicare ale acestor metode. Așa, de exemplu, prospecțiunea prin cartare geologică în deschideri naturale nu va putea fi aplicată în regiuni acoperite de depozite cuaternare pe suprafețe întinse; metoda seismică de prospecțiune nu va putea fi aplicată în regiunea munților înalți, cu relief foarte accidentat și cu apariția la zi a rocilor metamorfice și eruptive; în aceleași condiții nu va putea fi aplicată nici metoda sondajelor electrice verticale etc. În schimb, aplicarea combinată a metodelor: gravimetrică și magnetometrică, va duce de la început, chiar în zone lipsite de deschideri naturale, la obținerea unei imagini foarte expresive pentru recunoașterea zonelor de ridicare și a celor depresionare majore, a separării zonelor de geosinclinal de zonele de platformă, a recunoașterii liniilor principale de fractură, a eventualelor zone cu erupții vulcanice vechi și acoperite, a recunoașterii zonelor cu mine-

Scanned with OKEN Scanner

ralizări feromagnetice importante, cu masive de sare, a zonelor cutate etc. Această imagine servește pentru planificarea și desfășurarea rațională a celorlalte metode de prospecțiune, fie cu alte metode geofizice, fie cu lucrări miniere și foraje. În aceeași ordine de idei, o anomalie geochimică sau radiometrică necesită prospectarea în continuare cu foraje și lucrări miniere, dacă este vorba de diferite minereuri, sau constituie o indicație ajutătoare în orientarea forajului de prospecțiune pentru petrol sau gaze.

Ideea principală care trebuie reținută din cele de mai sus este aceea a combinării raționale a diferitelor metode de prospecțiune, aplicîndu-le într-o ordine normală, dictată de specificul caracterelor de zăcămînt ale substanțelor minerale utile căutate și de posibilitățile efective ale metodelor în ceea ce privește rezolvarea problemelor geologice puse de regiunea prospectată.

D. CONSIDERAȚII PRIVIND REZULTATELE ACTIVITĂȚII DE PROSPECȚIUNE

Întreaga activitate de prospecțiune desfășurată într-o regiune dată, cu diferite metode, duce în final la o serie de concluzii care se referă pe de o parte la descifrarea condițiilor geologice ale regiunii și pe de altă parte, la descoperirea substanței minerale utile căutate sau a condițiilor geologice care fac posibilă descoperirea ei. În adevăr, prin aplicarea metodelor adecvate de prospecțiune se reușește să se cunoască alcătuirea geologică a regiunii (succesiunea stratigrafică, tectonica, vulcanismul etc.) și, de cele mai multe ori, să se descopere chiar existența anumitor substanțe minerale utile: minereuri de fier, de aur etc., strate de cărbuni, de gips, calcare, masive de sare etc. În activitatea de prospecțiune pentru hidrocarburi nu se reușește să se descopere existența petrolului sau gazelor în zăcămînt, dar, pe baza tuturor lucrărilor de prospecțiune executate, se ajunge să se recunoască existența elementelor geologice care condiționează formarea unor zăcăminte de petrol sau gaze și deci să se tragă concluzia că descoperirea zăcămintelor căutate este posibilă.

Descoperirea unor substanțe minerale utile, ca cele menționate, sau a condițiilor geologice care fac posibilă descoperirea unor zăcăminte de petrol și gaze reprezintă rezultatele pozitive cu care se încheie etapa lucrărilor de prospecțiune. Activitatea geologică nu s-a terminat însă

Scanned with OKEN Scanner

aici. Exploatarea bogăţiilor miniere se face numai pe baza activităţii de explorare. În această a doua etapă se face o evaluare industrială a rezervelor de substanţe minerale utile descoperite prin prospecţiune, se studiază în detaliu calitatea substanţei (respectiv, conţinutul în util pentru minereuri), se studiază condiţiile hidrogeologice ale zăcămîntului şi se pregătesc toate măsurile necesare unei exploatări raţionale. În cazul zăcămintelor de hidrocarburi, explorarea urmăreşte, în primul rînd, descoperirea zăcămintelor şi în al doilea rînd, determinarea rezervelor şi a condiţiilor de exploatare.

Aşa cum s-a menţionat însă, lucrările de explorare sînt mult mai costisitoare. Executarea lor în bune condiţii este hotărîtă în cea mai mare parte de calitatea şi volumul lucrărilor de prospecţiune. Fundamentarea acestor lucrări şi concluziile lor trebuie, de aceea, conduse în spirit riguros ştiinţific şi prin aplicarea celor mai noi cuceriri ale ştiinţei.

Raportul final asupra lucrărilor de prospecţiune trebuie să cuprindă, în afară de rezultatele privind condiţiile geologice în care se găseşte sau poate fi găsită substanţa minerală utilă, recomandări precise şi documentate privind activitatea de explorare.

O atenţie deosebită trebuie acordată factorului economic. Caracterele generale geologice ale teritorului în care se găseşte regiunea prospectată, asemănarea cu regiunile vecine din punctul de vedere al bogăţiei lor în substanţa minerală utilă căutată, reprezintă factori care îşi spun un cuvînt greu în proiectarea lucrărilor de explorare în noua regiune. Privite şi sub acest aspect, se înţelege şi mai bine importanţa lucrărilor de prospecţiune şi deci necesitatea pregătirii profesionale cît mai desăvîrşite a cadrelor de specialitate chemate să execute aceste lucrări.

E. RAPORTUL PRIVIND REZULTATELE LUCRĂRILOR DE PROSPECŢIUNE

Datele obţinute prin lucrările de prospecţiune servesc la întocmirea raportului geologic. Acesta trebuie să cuprindă o documentaţie cît mai completă, cu toate datele geologice, tehnice şi economice, necesare înţelegerii perspectivelor de valorificare din punct de vedere minier a regiunii cercetate.

Raportul privind rezultatele lucrărilor de prospecţiune va cuprinde următoarele capitole :

Scanned with OKEN Scanner

Introducerea. Se indică scopul lucrării, metodele de cercetare, durata lucrărilor, volumul de lucrări planificat și cel realizat ; uneori este necesar să se justifice diferențele dintre prevederile cuprinse în plan și realizări.

Cadrul geografic. Conține localizarea regiunii cercetate, relieful, altitudinile absolute și relative, rețeaua hidrografică, frecvența deschiderilor naturale și debitul apelor, mijloace de comunicație, șosele, căi ferate, distanța pînă la centrele importante, condiții de transport și de aprovizionare, surse de energie pentru efectuarea lucrărilor, materiale de construcții, condiții de lucru și de trai, posibilitatea de a obține mîna de lucru locală.

Istoricul cercetărilor. Se vor examina în mod critic toate lucrările de prospecțiune geologică, geofizică, geochimică precum și lucrările miniere sau forajele efectuate în regiunea respectivă.

Execuția tehnică. Se arată metoda de lucru, organizarea administrativă și tehnică a echipei, utilajul folosit după specificul metodei, mijloacele de transport etc., dimensiunile lucrărilor miniere, adîncimile sondelor, viteza de săpare în diferite roci etc.

Stratigrafia și petrografia. Se prezintă amplu răspîndirea formațiilor, descrierea litologică, mineralele sau fosilele caracteristice, orizonturile fosilifere, limitele formațiilor, raporturile cu formația din culcuș și din acoperiș, criteriile după care s-a stabilit limita, grosimea formațiilor, variațiile de facies, fenomenele de contact ale rocilor eruptive și mecanismul formării corpurilor eruptive.

Tectonica. Se precizează din ce unitate tectonică face parte regiunea, se descriu cutele, faliile, filoanele și unitățile structurale identificate.

Considerații economice. Se descriu foarte amănunțit ivirile de substanțe minerale utile cunoscute și orice indicații care trădează existența acestora în regiune. Se prezintă rezultatele lucrărilor de explorare sau exploatare care au existat în regiune și se corelează aceste date cu indicațiile ce provin de la prospecțiune. Urmează delimitarea zonelor cu perspective economice și prezentarea elementelor favorabile identificării corpurilor de substanțe minerale utile. Pe baza acestor date se fac recomandări fie pentru adîncirea cercetărilor prin alte metode de prospecțiune, fie pentru începerea explorării.

Încheierea. Conține un rezumat al tuturor observațiilor și recomandărilor făcute.

Scanned with OKEN Scanner

Raportul de prospecțiune va cuprinde o serie de anexe grafice necesare atît pentru interpretarea datelor geologice, cît și pentru trecerea la o fază superioară de cercetare. Dintre anexele grafice se menționează : hărțile, profilele, planurile de situație, coloanele stratigrafice, schițele geologice ale lucrărilor miniere și ale forajelor, tabelele cu datele analitice etc.

CAPITOLUL III

EXPLORAREA

Explorarea cuprinde totalitatea lucrărilor necesare pentru evaluarea rezervelor de substanțe minerale utile solide descoperite prin prospecțiune (minereuri, sare, cărbuni, minerale și roci utile), sau pentru descoperirea și evaluarea rezervelor de petrol și gaze.

Lucrările de explorare reprezintă deci o continuare a celor de prospecțiune și se execută după ce s-a descoperit existența unei substanțe minerale utile sau a condițiilor geologice care fac posibilă descoperirea ei și după ce s-a demonstrat necesitatea adîncirii lucrărilor din faza de prospecțiune, în vederea precizării caracteristicilor și valorii industriale a substanței minerale respective.

Explorarea poate să intereseze de asemenea și zăcămintele care au fost exploatate în trecut pentru porțiunile mai bogate și apoi părăsite. În condițiile noi de dezvoltare a tehnicii miniere, aceste zăcăminte devin interesante din punct de vedere economic și, ca atare, se organizează lucrări de redeschidere a vechilor lucrări miniere.

În vederea determinării cantității de substanță minerală utilă este necesar ca în prealabil să se precizeze forma corpului respectiv. Aceasta se face prin operația de urmărire și conturare cu ajutorul lucrărilor miniere și a forajelor. În paralel se execută și probarea substanței minerale utile, pentru a stabili calitatea acesteia, care este în funcție de conținutul cantitativ în componenți utili și dăunători, ca și de proprietățile sale fizice și chimice. Cantitatea de substanță minerală utilă cuprinsă în porțiunea de zăcămînt conturată prin lucrările de explorare se determină printr-o operație matematică, calculul rezervelor.

Scanned with OKEN Scanner

În vederea întocmirii proiectului de exploatare, prin explorare se mai stabilesc condițiile hidrogeologice și unele proprietăți fizico-mecanice ale rocilor din culcuș și acoperiș.

Explorarea se împarte în două grupe : explorarea zăcămintelor noi, necunoscute pînă în acel moment, și explorarea prin redeschiderea vechilor lucrări miniere. În general, în primul caz se poate urmări o succesiune normală a lucrărilor de explorare, care comportă trei faze : explorarea preliminară, explorarea de detaliu (industrială sau de conturare) și explorarea de extindere.

A. EXPLORAREA PRELIMINARĂ ȘI DE DETALIU

Prin *explorarea preliminară* se urmărește să se determine în linii generale forma corpului de substanță minerală utilă, cantitatea și calitatea substanței respective, în scopul de a preciza posibilitățile de valorificare din punct de vedere industrial.

Pentru petrol și gaze, explorarea preliminară cuprinde lucrările efectuate pînă în momentul descoperirii zăcămintelor respective.

În general, explorarea preliminară rezolvă, dar numai cu aproximație, următoarele probleme esențiale :

— numărul corpurilor de substanță minerală utilă din structura geologică cercetată ;

— forma și orientarea generală a corpurilor de substanță minerală utilă ce se explorează ;

— adîncimea la care se găsesc corpurile de substanță minerală utilă ;

— grosimea și variațiile acesteia pe direcție și înclinare ;

— compoziția mineralogică și chimică a substanței minerale utile ;

— modul de repartiție, mai mult sau mai puțin uniform, a componenților utili ;

— variația calității substanței minerale utile pe direcție și pe înclinare ;

— caracteristicile rocilor înconjurătoare.

Datele care se obțin prin explorarea preliminară sînt utilizate la evaluarea prealabilă a valorii industriale a substanței minerale utile și constituie baza alcătuirii proiectului de explorare de detaliu ; mult mai rar, în cazul corpurilor solide, ele sînt folosite la alcătuirea proiectului de exploatare.

Scanned with OKEN Scanner

Acumulările de substanțe minerale utile care, prin cantitatea și calitatea lor, au fost dovedite în urma lucrărilor de prospecțiune și de explorare că reprezintă resurse reale de materii prime în economia unei țări, constituie *zăcăminte industriale*. Caracterul „industrial", al unui zăcămînt poate varia în funcție de factorii geologici și economici. Astfel, în anumite condiții geologice, pot fi întîlnite zăcăminte cu dimensiuni foarte mari, reprezentînd bogății considerabile pentru țările respective. Zăcămintele de minereu de fier din regiunile Kursk (U.R.S.S.), zăcăminte de petrol din Orientul Apropiat (Golful Persic), din Platforma Rusă sau cea Nord Americană, constituie într-adevăr zăcăminte cu valoare industrială excepțională.

În afară de acestea, există însă acumulări de substanțe minerale utile de dimensiuni mult mai mici în comparație cu cele menționate, a căror exploatare la un moment dat poate fi apreciată ca nerentabilă. Exploatarea, chiar în aceste condiții, a unor asemenea substanțe minerale utile poate fi făcută în funcție de necesitățile economiei naționale.

O delimitare cifrică a dimensiunilor acumulărilor de substanțe minerale utile, în considerarea lor ca zăcăminte industriale, nu se poate face. Clasificările făcute după dimensiuni, în zăcăminte mari, mijlocii și mici[1] pot fi luate în considerare. Din punct de vedere teoretic nu au importanță deosebită în orientarea și planificarea rațională a lucrărilor geologice de prospecțiune și explorare. În practică, însă, pentru țările în care nu se cunosc decît zăcăminte din grupa celor cu dimensiuni medii și mici, desfășurarea lucrărilor geologice menționate este hotărîtă în mare parte și de necesitățile economiei naționale.

Explorarea de detaliu determină mai precis forma și structura corpului de substanță minerală utilă, cantitatea și calitatea substanței respective pe sectoare și pe sorturi precum și condițiile hidrogeologice, proprietățile tehnologice și condițiile tehnico-miniere de exploatare. În general, pentru corpurile solide, problemele esențiale ale explorării de detaliu nu diferă prea mult de acelea ale explorării preliminare, dar rezultatele obținute asigură precizia necesară întocmirii părții geologice a proiectului de exploatare.

---

[1] Sînt considerate ca zăcăminte mari acelea care conțin rezerve ce reprezintă minimum 1% din producția mondială a substanței respective.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul zăcămintelor de petrol și gaze, explorarea de detaliu urmărește, în afară de obiectivele enumerate mai sus, determinarea conturului apă-petrol sau apă-gaze (de unde denumirea de explorare de conturare).

1. Metodele de explorare

În funcție de natura lucrărilor utilizate se disting trei metode de explorare: explorarea prin lucrări miniere, explorarea prin foraje și explorarea prin lucrări combinate (miniere și de foraje).

a. Explorarea prin lucrări miniere. *Lucrările miniere* folosite în explorarea geologică sînt: șanțurile, puțurile, galeriile, planele înclinate, coborîtorile și suitorile.

În general, cu ajutorul lucrărilor miniere se explorează porțiunile superioare ale corpurilor de substanțe minerale utile solide, mai ales ale acelora care au formă neregulată, structură complexă și o repartiție neuniformă, foarte neuniformă sau extrem de neuniformă a componenților utili. Zăcămintele orizontale sau cu înclinări mici, ce prezintă astfel de particularități, se explorează inițial prin șanțuri, pentru a stabili continuitatea aflorimentelor și a primi unele date informative referitoare la poziție și grosime, iar ulterior, se explorează în adîncime prin lucrări adecvate, deschizînd diferite orizonturi.

Șanțurile sînt utilizate în cazul cînd stratele au înclinări mari, iar depozitele ce acoperă corpurile de substanțe minerale utile au grosimi mai mari de 0,50 m. Șanțurile de explorare au o formă trapezoidală (baza mică de 0,5—0,7 m, baza mare de 0,7—1 m); lungimea variază de la 2—20 m și chiar mai mult, în funcție de obiectivul geologic urmărit, iar adîncimea de la 2—3 m și maximum 8 m. Uneori se sapă șanțuri simple, alteori șanțuri în trepte.

Șanțurile de urmărire se amplasează pe anumite aliniamente, în serii succesive și se orientează perpendicular pe direcția corpului de substanță minerală utilă (fig. 75). Cu ajutorul acestora se urmăresc și se conturează corpurile de substanțe minerale utile la suprafață.

Tranșeele reprezintă lucrări miniere de forma șanțurilor, cu profil trapezoidal, dar cu secțiune mult mai mare. Deschiderea acestora este de 3—5 m, iar panta vetrei de 15—45‰. În general, se sapă tranșee drepte, spirale și în zigzag.

Puțurile. În lucrările de explorare se folosesc atît *puțuri de mică adîncime*, săpate pînă la cel mult 50 m, cît și *puțuri*

de mare adîncime, care au peste 50 m. Dacă puțurile sînt săpate pînă la 20 m adîncime se mai numesc și *puțuri de mînă*.

Puțurile de explorare pot fi săpate vertical sau înclinat (înclinare mai mare de 30°), uneori chiar în combinație cu alte lucrări miniere. Ele au de obicei secțiune dreptunghiulară și rareori circulară.

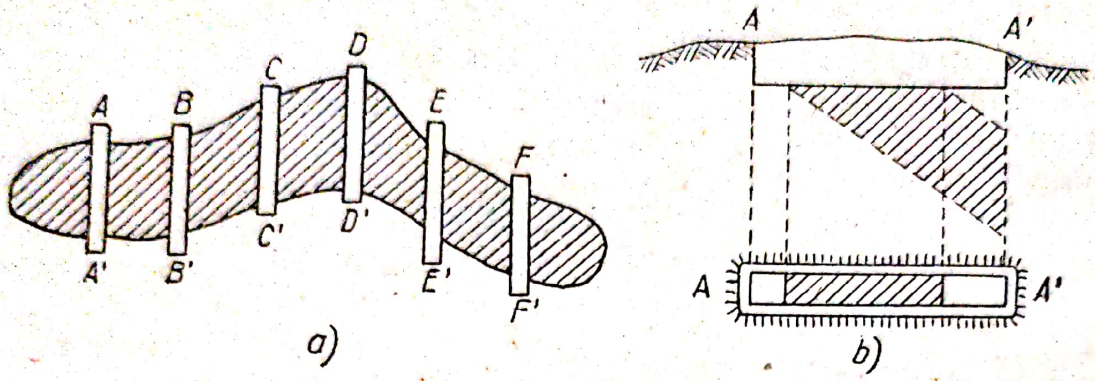


Fig. 75. Amplasarea șanțurilor în serii succesive:
a — în plan ; *b* — profil de direcția AA_1.

Puțurile de mică adîncime sînt utilizate în cazul cînd grosimea depozitelor acoperitoare este cuprinsă între 1—10 m sau chiar 20 m. În general, puțurile servesc fie pentru explorarea completă a zăcămintelor orizontale sau slab înclinate, situate la adîncime mică (fig. 76), fie pentru urmărirea și conturarea unui corp de substanță minerală utilă în părțile sale superioare.

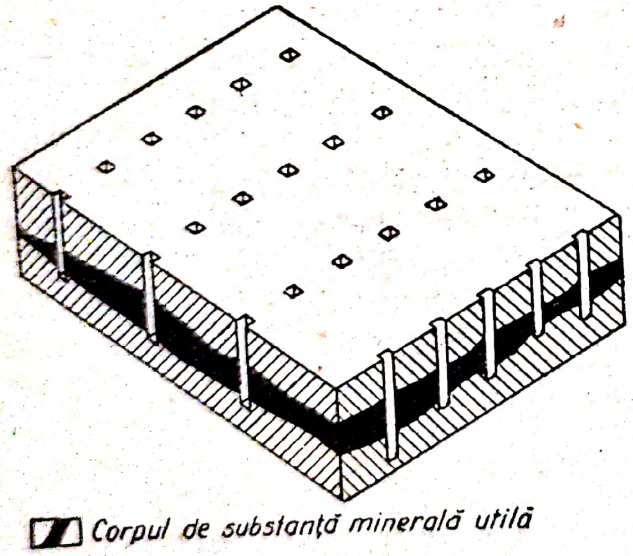


Fig. 76. Amplasarea puțurilor de mică adîncime pentru explorarea completă a unui corp de substanță minerală utilă.

Puțurile de urmărire și conturare uneori se combină, alteori nu se combină cu diferite lucrări miniere, acestea fiind în funcție de înclinarea formațiilor înconjurătoare și a corpurilor de substanțe minerale utile. Dacă formațiile înconjurătoare și corpurile de substanțe minerale utile sînt orizontale sau au înclinări mai mici de 60°, atunci se sapă numai puțuri de explorare, fără a se combina cu alte lucrări miniere. În aceste condiții,

Scanned with OKEN Scanner

puțurile se amplasează fie pe anumite aliniamente, fie după o rețea pătratică, dreptunghiulară sau rombică. Ele trebuie să traverseze întregul pachet de roci acoperitoare și se adîncesc apoi pînă interceptează toate depozitele în care se intercalează zăcămîntul respectiv.

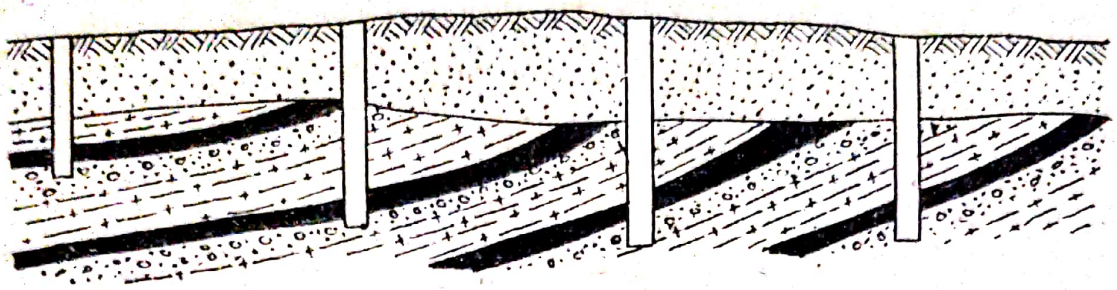


Fig. 77. Amplasarea puțurilor în cazul unor zăcăminte stratiforme slab înclinate.

Pentru explorarea zăcămintelor stratiforme, puțurile se amplasează pe aliniamente în așa fel ca fiecare puț să traverseze în partea sa superioară formațiile în care s-a oprit puțul precedent (fig. 77). În cazul cînd zăcămintele au o repartiție discontinuă a mineralizației, ele se explorează prin puțuri amplasate într-o rețea pătratică, dreptunghiulară sau rombică.

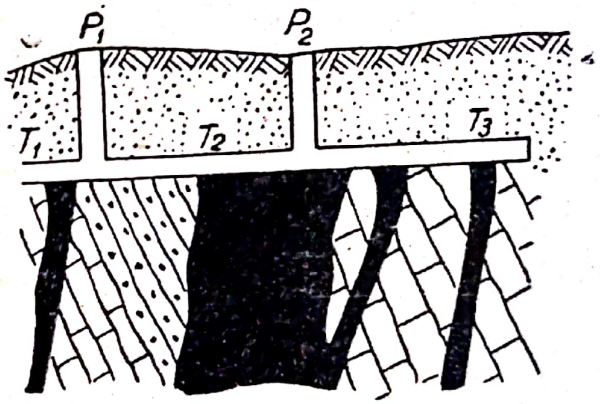


Fig. 78. Explorarea zăcămintelor cu înclinare mare:
P_1 și P_2 — puțuri de explorare; T_1 T_2 și T_3 — galerii transversale.

Dacă formațiile înconjurătoare și corpurile de substanțe minerale utile au înclinări mai mari de 60°, puțurile de explorare se combină cu galerii transversale (fig. 78). În acest caz, puțurile de explorare se adîncesc în depozitele acoperitoare pînă la contactul cu formațiile gazdă ale zăcămîntului. De la acest nivel se sapă galerii transversale, care vor fi orientate astfel ca vatra galeriei să se mențină în formațiile din culcușul corpurilor de substanțe minerale utile, iar tavanul galeriei în depozitele acoperitoare.

Zăcămintele cu grosimi foarte mari, indiferent de înclinarea lor, se urmăresc și se conturează fie numai cu ajutorul puțurilor, fie prin combinarea puțurilor cu galerii transversale (fig. 79).

Puțurile de mare adîncime se sapă în regiunile cu relief neaccidentat și se amplasează, în general, în zona centrală a sectorului ce urmează să fie explorat. Din puțurile de mare adîncime se sapă un sistem de galerii direcționale și transversale pentru explorarea unor zăcăminte la diferite orizonturi (fig. 80).

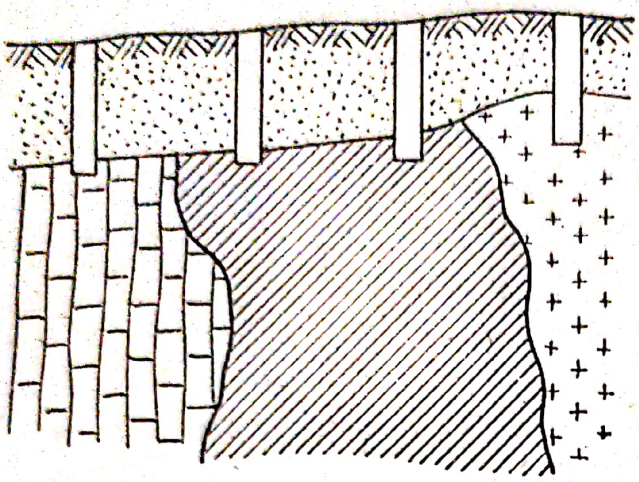


Fig. 79. Explorarea unui zăcămînt cu grosimea mare.

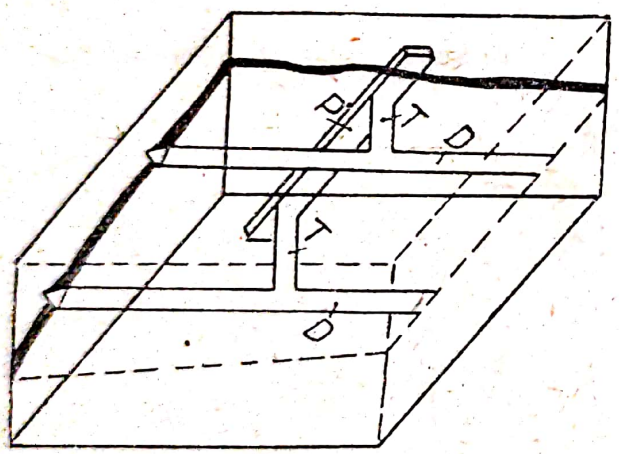


Fig. 80. Explorarea cu ajutorul puțurilor de mare adîncime:
P — puț; *T* — galerie transversală; *D* — galerii direcționale.

Galeriile. Pentru explorarea unui zăcămînt se pot utiliza: galerii săpate de la suprafață (galerii de coastă) și galerii săpate din subteran.

Galeriile de coastă **pot fi săpate direcțional,** diagonal sau transversal pe direcția rocilor sau zăcămîntului. Pentru galeriile direcționale gura galeriei se fixează pe afloriment atunci cînd zăcămîntul aflorează pe unul din versanți și este rezistent la acțiunea agenților exogeni, iar rocile înconjurătoare prezintă același grad de tărie cu substanța minerală utilă. În caz contrar, gura galeriei se amplasează în rocile înconjurătoare și se va săpa diagonal față de zăcămînt pe o distanță de 15—20 m, cînd va deveni galerie direcțională (fig. 81).

Pentru a urmări grosimea zăcămîntului, în cazul cînd acesta nu este cuprins în profilul galeriei, se vor săpa, din loc în loc, nișe. Pe verticală, zăcămîntul se cercetează prin suitori și coborîtori.

Galeria de coastă se mai sapă în rocile înconjurătoare și atunci cînd zăcămîntul este alterat pe distanțe însemnate. În aceste condiții se recomandă ca galeria de coastă direcțională

Scanned with OKEN Scanner

să fie săpată în roca înconjurătoare la o distanță de circa 10 m față de culcușul zăcămîntului. Din, galeria direcțională se sapă către acoperiș scurte galerii transversale, pentru a urmări grosimea zăcămîntului. În mod similar se execută galeriile

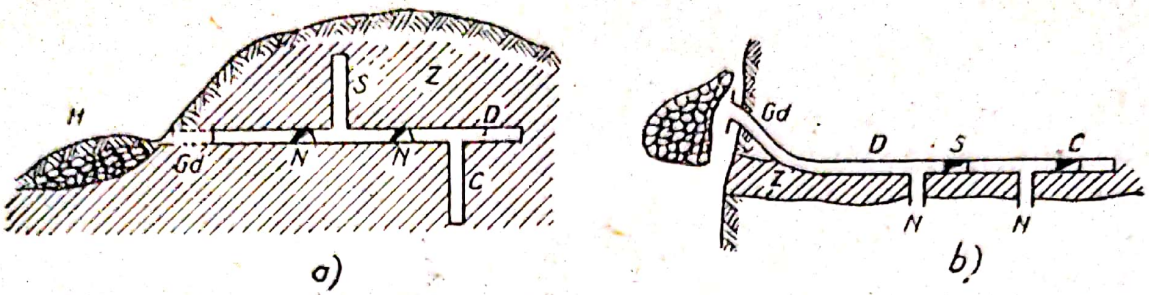


Fig. 81. Galerie de coastă diagonală :
a — în profil ; *b* — în plan : *Z* — zăcămînt ; *Gd* — galerie de coastă diagonală ; *D* — galerie de coastă direcțională ; *S* — suitoare ; *C* — coborîtoare ; *N* — nișă ; *H* — haldă.

direcționale și în cazul explorării zăcămintelor de cărbuni autoinflamabili.

Galeriile de *coastă transversale* se sapă în cazul cînd zăcămîntul are o înclinare mai mare și se dezvoltă după o direcție paralelă cu versantul. Pentru a intercepta într-un anumit punct zăcămîntul, galeria amplasată pe unul din versanții văii trebuie să străbată diferite formații. Din punctul în care galeria transversală a interceptat zăcămîntul, explorarea se continuă prin galerii direcționale, suitori și coborîtori (fig. 82). Galeriile săpate din lucrări liniere subterane pot fi transversale și direcționale.

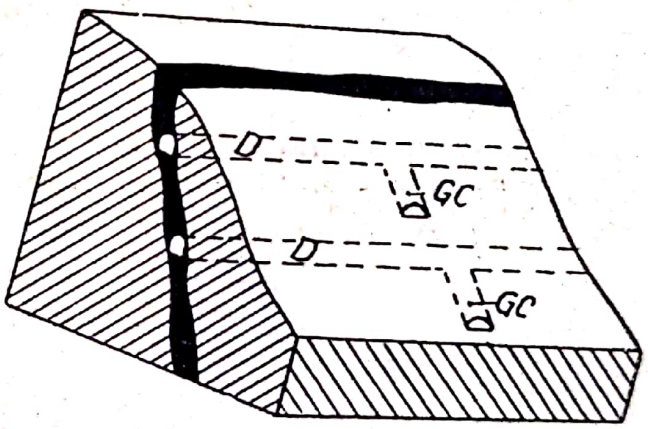


Fig. 82. Explorarea prin galerii de coastă transversale :
Gc — galerii de coastă ; *D* — galerii direcționale.

Galeriile transversale se sapă dintr-un puț de explorare, pentru cercetarea unor formații din apropierea acestuia, sau dintr-o galerie direcțională, în vederea interceptării unor filoane (fig. 83). Galeriile transversale sînt utilizate la explorarea zăcămintelor cu înclinare mare.

Galeriile direcționale urmăresc corpurile de substanțe minerale utile pe direcție. Ele se sapă din puțuri, galerii

transversale și plane înclinate (fig. 84). Pentru cercetarea grosimii zăcămîntului, dacă grosimea depășește profilul galeriei direcționale, se sapă galerii laterale.

Planele înclinate se sapă pe înclinarea zăcămîntului atunci cînd rocile înconjurătoare sînt mai tari decît substanța minerală utilă ce se explorează. Ele au o înclinare mai mică de 30° și sînt utilizate la cercetarea zăcămintelor slab înclinate, combinîndu-se cu galerii direcționale.

Suitorile și coborîtorile. Obișnuit, aceste lucrări se sapă înclinat și rareori vertical; suitorii se sapă de jos în sus iar coborîtorii de sus în jos. Ele pot avea ieșire directă la zi sau fac numai legătura între două orizonturi, în vederea cercetării zăcămîntului pe înclinare și compartimentării acestuia în panouri. Prin săparea suitorilor se pot delimita sorturile de substanță minerală utilă, se poate stabili grosimea zăcămîntului, se poate realiza probarea sistematică a porțiunilor conturate și se pot determina rezervele de categorii superioare. Ele servesc de asemenea pentru aeraj și în unele cazuri pentru ieșiri din subteran.

Distanța dintre suitori este în funcție de stadiul explorării și de unele particularități ale zăcămîntului.

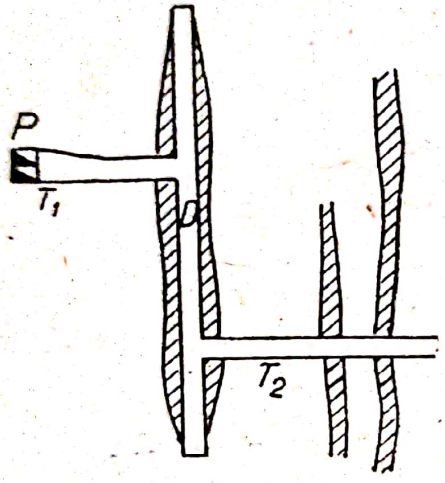


Fig. 83. Amplasarea galeriilor transversale:
P — puț de explorare; T_1 — galerie transversală săpată într-un puț; T_2 — galerie transversală săpată într-o galerie direcțională; *D* — galerie direcțională.

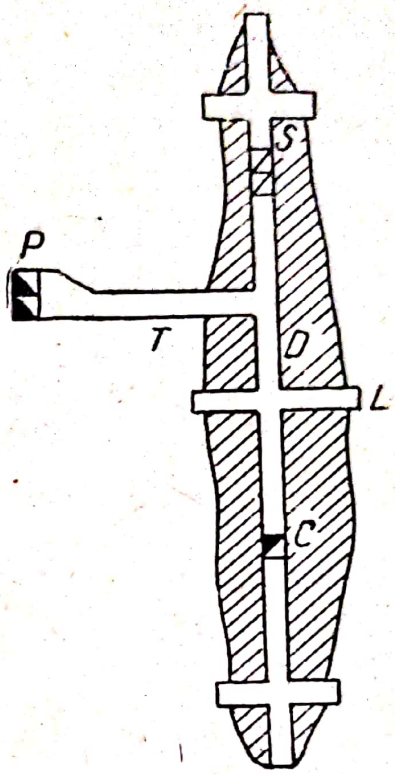


Fig. 84. Amplasarea galeriilor direcționale:
T — galerie transversală; *D* — galerie direcțională; *L* — galerie laterală; *S* — suitoare; *C* — coborîtoare; *P* — puț.

b. **Explorarea prin foraje.** În explorare se folosesc atît sondeze, cît și sonde de mare adîncime. Cu ajutorul forajelor se explorează corpurile de substanțe minerale utile situate la diferite adîncimi în scoarță.

În general, pentru corpurile de substanțe minerale utile solide, forajele au o largă aplicare în faza explorării preliminare, cînd aceste corpuri sînt urmărite și conturate în linii generale. În faza explorării de detaliu se folosesc de obicei foraje combinate cu lucrări miniere. Utilizarea exclusivă a forajelor, atît în faza explorării preliminare cît și în faza explorării de detaliu, este caracteristică pentru zăcămintele de petrol și gaze sau pentru unele substanțe minerale utile solide cu o structură simplă, extindere mare și cu o distribuție uniformă a mineralizației și a componenților utili etc.

La multe zăcăminte, în faza explorării de detaliu, forajele sînt înlocuite cu lucrări miniere sau se combină cu acestea.

Prin sonde de mică adîncime se explorează zăcămintele slab înclinate și situate mai aproape de suprafață. Explorarea cu ajutorul sondelor adînci, forate cu carotaj mecanic continuu, se poate face la orice tip de zăcămînt.

c. **Explorarea prin lucrări combinate (miniere și de foraj).** Pentru explorarea completă a multor zăcăminte este necesar să se combine lucrările miniere cu forajele : galerii de coastă cu foraje cu carotaj mecanic continuu, foraje cu puțuri de control, foraje cu galerii de coastă pentru control și puțuri de mare adîncime cu foraje de mare adîncime, forate cu carotaj continuu.

Galerii de coastă cu foraj cu carotaj mecanic continuu. În condițiile unui relief accidentat, porțiunile superioare ale corpului de substanță minerală utilă se explorează prin galerii de coastă, iar porțiunile mai adînci prin foraje cu carotaj mecanic continuu.

Foraje cu puțuri de control. În cazul zăcămintelor situate la adîncime nu prea mare și care au o înclinare mică, se impune ca, după efectuarea unui anumit număr de foraje, să se sape cîteva puțuri de control. Numărul puțurilor va fi egal cu $\sqrt{n}$, în care n reprezintă numărul de sonde forate.

Foraje cu galerii de coastă pentru control. Este necesar ca, în regiunile în care a fost executat un anumit număr de foraje să se sape și galerii de coastă pentru control, dacă relieful este accidentat și alte lucrări miniere nu sînt eficiente.

Puțuri de mare adîncime cu foraje cu carotaj mecanic continuu de mare adîncime. Dacă prin intermediul unui puț s-a ajuns la o anumită adîncime și de aci s-au săpat galerii

Scanned with OKEN Scanner

transversale sau direcționale, în vederea cercetării porțiunilor superioare ale zăcămîntului, atunci pentru cercetarea porțiunilor adînci se pot utiliza foraje. Acestea se amplasează fie la suprafață, fie în ultimul orizont al lucrărilor miniere subterane.

2. Factorii care influențează alegerea metodelor de explorare

Pentru alegerea unor metode raționale de explorare a corpurilor de substanțe minerale utile solide, prin care să se ajungă la rezultate cît mai sigure asupra zăcămîntului, într-un timp destul de scurt și cu un preț de cost cît mai redus, trebuie să se ia în considerare influența următorilor factori: geologici, tehnico-minieri și economici.

a. **Factorii geologici.** Dintre factorii geologici cu o influență deosebită asupra alegerii metodelor de explorare se menționează: forma zăcămîntului, dimensiunea zăcămîntului, caracterul repartiției mineralizației și caracterul repartiției componenților utili.

Forma zăcămîntului. În funcție de regularitatea formei, zăcămintele se împart în trei grupe: constante, variabile și foarte variabile.

Zăcămintele constante ca formă sînt acelea care se mențin cu aproximativ aceeași grosime pe distanțe foarte mari (exemplu, zăcămintele stratiforme). Acestea se explorează cu ajutorul forajelor.

Zăcămintele variabile ca formă se caracterizează prin zone de îngroșare și efilare frecvente (de exemplu, corpurile lentiliforme și filoanele). Explorarea acestora se face pînă la un anumit nivel cu foraje și se continuă prin lucrări miniere.

Zăcămintele foarte variabile ca formă sînt acelea la care se remarcă frecvent zone cu grosimi mari, ce alternează cu zone cu grosimi mici. La acest grup se încadrează și zăcămintele cu grosimi mici și tectonizate. Explorarea se efectuează, în general, prin lucrări miniere subterane, pentru a putea urmări toate variațiile de grosime.

Dimensiunea zăcămîntului. După dimensiune, zăcămintele se împart în următoarele grupe: mari, mijlocii și mici. În cazul minereurilor cuprifere și polimetalice au fost precizate următoarele dimensiuni:

— Zăcămintele mari au lungimi ce depășesc 800 m. Explorarea lor se face cu ajutorul forajelor.

Scanned with OKEN Scanner

— Zăcămintele mijlocii se caracterizează prin lungimi cuprinse între 200—800 m. Explorarea acestor zăcăminte se efectuează prin lucrări miniere combinate cu foraje sau numai prin lucrări miniere.

— Zăcămintele mici au lungimi ce nu depășesc 200 m. Explorarea se face prin lucrări miniere subterane.

Caracterul repartiției mineralizației. Modul de repartiție al mineralizației în masa zăcământului ce se explorează se pune în evidență prin așa numitul *coeficient de mineralizare (Km).* Coeficientul de mineralizare se definește, de regulă, ca fiind raportul dintre suprafața ocupată de minereul industrial și suprafața totală explorată.

În funcție de caracterul mineralizației se disting: zăcăminte cu mineralizație continuă, zăcăminte cu mineralizație discontinuă și zăcăminte cu mineralizație foarte discontinuă.

Zăcămintele cu mineralizație continuă conțin minereu industrial pe toată extinderea lor ($Km = 1$).

Zăcămintele cu mineralizație discontinuă cuprind zone cu minereu industrial, ce predomină și în proporție mai mică zone cu minereu neindustrial ($Km = 0{,}5 — 1$).

Zăcămintele cu mineralizație foarte discontinuă conțin minereu industrial numai pe porțiuni izolate, predominînd zonele sterile ($Km < 0{,}5$).

Caracterul repartiției componenților utili. Distribuția componenților utili mai mult sau mai puțin uniformă în masa zăcământului se apreciază cu ajutorul *coeficientului de variație (Kv).*

Kv este un indice numeric care arată variația conținutului în componenți a unui corp de substanță minerală utilă, pe o secțiune, suprafață sau volum.

Pentru determinarea acestui coeficient se folosește formula următoare:

$$Kv \equiv \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (c - c_i)^2}{n - i}} \cdot \frac{100}{c} [\%],$$

în care:

c este conținutul mediu aritmetic al probelor, în %;

c_i — conținutul în metal pentru fiecare probă analizată în %;

n — numărul probelor analizate.

După gradul de uniformitate al repartiției componenților utili, se disting: zăcăminte cu repartiție uniformă a componeților utili ($Kv < 40\%$), neuniformă ($Kv = 40 — 100\%$), foarte neuniformă ($Kv = 100—150\%$) și extrem de neuniformă ($Kv > 150\%$).

Zăcămintele cu o mineralizație continuă și cu o repartiție uniformă a componenților utili se explorează prin foraje. Dacă mineralizația este continuă, iar repartiția componenților utili este neuniformă, explorarea se poate face prin foraje, pentru conturarea zonelor respective și prin lucrări miniere, pentru a urmări variația calității substanței minerale utile. În cazul mineralizațiilor discontinui și a repartiției uniforme sau neuniforme a componenților utili, explorarea se efectuează numai prin lucrări miniere.

Pentru alegerea unei metode raționale de explorare va fi necesar însă să se ia în considerare toți factorii geologici. O primă orientare în această direcție o poate oferi următoarea regulă generală: zăcămintele cu formă constantă, cu dimensiuni mari, cu o mineralizație continuă și cu o repartiție uniformă a componenților utili, se explorează complet prin foraje; zăcămintele cu formă foarte variabilă, adesea tectonizate, cu dimensiuni mici, cu o mineralizație discontinuă și cu variații însemnate a conținutului în componenți utili, se explorează numai prin lucrări miniere; zăcămintele încadrate între aceste două forme extreme vor fi explorate prin combinarea forajelor cu lucrările miniere.

b. **Factorii tehnico-minieri.** Alegerea unor metode adecvate de explorare mai depinde și de o serie de factori de ordin tehnico-minier, ca, de exemplu, relieful regiunii, poziția zăcământului, adîncimea la care se găsește zăcămîntul în scoarță, proprietățile fizico-mecanice ale substanței minerale utile și ale rocilor înconjurătoare etc.

În regiunile cu relief neaccidentat, explorarea se execută în primele etape, prin puțuri sau foraje. Pentru regiunile cu relief accidentat, metoda de explorare adecvată este cea prin lucrări miniere, cu preponderența galeriilor de coastă.

Zăcămintele cu înclinări mari și grosimi mici se pot explora prin puțuri și galerii. În adîncime, explorarea se face prin sonde cu carotaj continuu. Zăcămintele cu înclinare mică, ca și cele orizontale, se explorează complet prin puțuri sau foraje.

Adîncimea la care se găsește zăcămîntul influențează în general, asupra volumului de lucrări de explorare și mai

Scanned with OKEN Scanner

puțin asupra metodei de explorare. În schimb, caracterul rocilor gazdă și al substanței minerale utile determină ca explorarea să se execute numai cu anumite tipuri de lucrări. Astfel, în rocile friabile și tectonizate, folosirea forajelor este destul de limitată din cauza recuperajului redus, și în aceiași măsură a puțurilor, datorită infiltrațiilor puternice de apă. În aceste condiții se aleg lucrările miniere adecvate.

c. **Factorii economici.** Factorii economici influențează într-o mare măsură asupra alegerii unor metode adecvate de explorare. Astfel de factori economici sînt: căile de comunicație, energia electrică, sursa de apă, mîna de lucru, lemnul necesar susținerii lucrărilor miniere, timpul de execuție, prețul de cost, posibilitățile de exploatare cu mijloacele tehnice existente și necesitățile economiei naționale.

La stabilirea posibilităților de valorificare a substanțelor minerale utile cu mijloacele tehnice existente și în funcție de necesitățile economiei naționale, se impune cunoașterea următorilor parametri:

— conținutul mediu minim (minim industrial) în componenți utili principali și accesorii sau valoarea medie minimă a parametrilor care caracterizează calitatea substanței minerale utile;

— cel mai mic conținut al componenților utili necesari care poate fi luat în considerare la calculul conținutului mediu minim, ținîndu-se seamă numai de cheltuielile suplimentare de preparare necesare valorificării acestora;

— conținutul minim limită (geologic limită) în componenți utili principali și accesorii sau valoarea minimă limită a parametrilor care caracterizează calitatea substanței minerale utile;

— conținutul mediu minim în componenți dăunători;

— conținutul maxim limită în componenți dăunători;

— coeficientul de mineralizare minim;

— grosimea minimă exploatabilă sau puterea minimă;

— grosimea maximă a rocilor și intercalațiilor sterile sau cu conținuturi sub limită, care se pot lua în considerare la calculul rezervelor de bilanț;

— adîncimea limită de exploatare;

— presiunea maximă a apei din stratele acvifere;

— debitul maxim al apelor din stratele acvifere.

Asupra acestor parametri se va reveni în capitolul V „Calculul rezervelor".

Dintre factorii examinați mai sus, rolul cel mai important îl au factorii geologici, pentru că ei influențează

Scanned with OKEN Scanner

metodica explorării in toate fazele sale. Cu toate acestea, în cazul alegerii metodei de explorare trebuie apreciată cît se poate de bine contribuţia fiecărui factor în parte, deoarece numai astfel se poate ajunge în condiţii optime la obiectivul urmărit.

3. Amplasarea şi volumul lucrărilor de explorare

Orice metodă de explorare, judicios aleasă, ridică şi problema amplasării cît mai raţionale a lucrărilor, a ordinei executării acestora, a desimii şi a volumului minim de lucrări necesare unei explorări complete.

a. **Amplasarea lucrărilor de explorare.** Amplasarea raţională şi uniformă a lucrărilor miniere şi a forajelor în limitele zonei ce se explorează trebuie să ducă în final la secţionarea zăcămîntului printr-o serie de planuri verticale sau orizontale. În acest scop, se folosesc două procedee de amplasare a lucrărilor miniere şi a forajelor : *în reţea şi pe aliniamente.*

Amplasarea în reţea. Prin acest procedeu, suprafaţa zăcămîntul ce urmează să fie explorată se acoperă cu o reţea de lucrări verticale, a căror ochiuri pot fi pătratice, dreptunghiulare, rombice şi triunghiulare (fig. 85). Amplasarea lucrărilor în reţea este indicată pentru explorarea zăcămintelor izometrice sau tabulare şi cu forme neregulate.

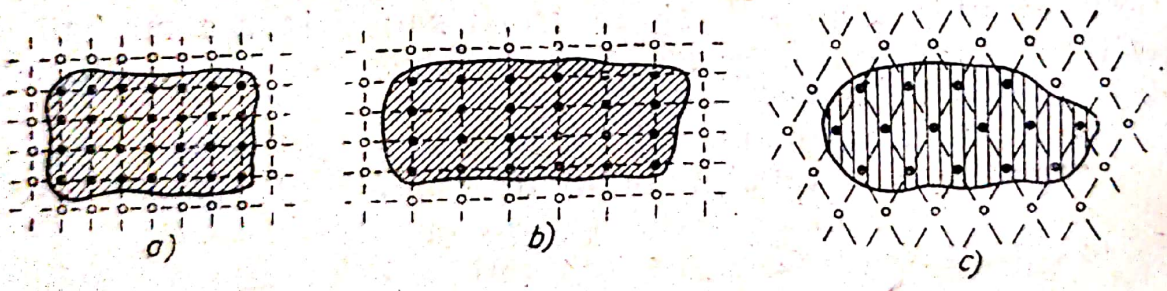


Fig. 85. Amplasarea lucrărilor de explorare în reţea :
a — reţea pătratică ; *b* — reţea dreptunghiulară ; c — reţea rombică.

În general, acest procedeu se practică la explorarea prin foraj, în special în faza de explorare de conturare, pentru petrol şi gaze dar poate fi utilizat şi la explorarea preliminară prin şanţuri şi puţuri.

Amplasarea pe aliniamente (profile). În acest caz, lucrările de explorare se dispun pe anumite aliniamente, orien-

Scanned with OKEN Scanner

tate perpendicular pe direcția structurii geologice sau a zăcămîntului (fig. 86). Lucrările se pot executa vertical, înclinat și orizontal.

Acest mod de amplasare a lucrărilor poate fi folosit la explorarea zăcămintelor alungite după o singură direcție și cu înclinare mare (filoane, lentile, strate etc.) și uneori la explorarea zăcămintelor orizontale sau slab înclinate, situate la adîncime mică în scoarță.

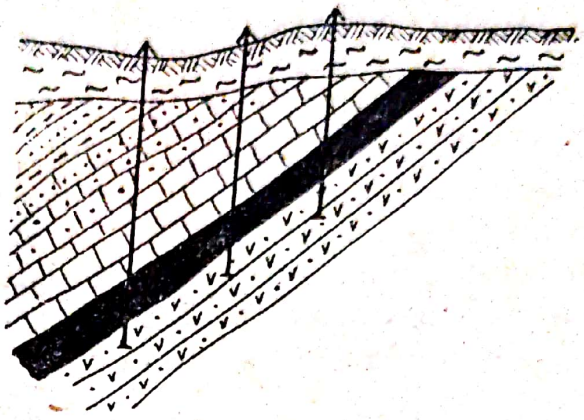


Fig. 86. Amplasarea lucrărilor de explorare pe aliniamente.

b. **Ordinea executării lucrărilor miniere și a forajelor.** Lucrările miniere și forajele amplasate într-o anumită porțiune de teren, în vederea explorării unui zăcămînt, pot fi executate simultan, succesiv sau simultan-succesiv.

Executarea simultană se realizează prin săparea în același timp a tuturor lucrărilor de explorare. Acest procedeu deși prezintă avantajul rapidității, totuși oferă riscul unor rezultate negative pentru o mare parte din lucrări. În general, executarea simultană se aplică numai în cazul lucrărilor de același tip, amplasate în rețea omogenă.

Executarea succesivă presupune ca amplasarea fiecărei lucrări de explorare să se facă numai după ce s-au obținut rezultatele de la lucrarea precedentă. Prin acest procedeu este indicată explorarea zăcămintelor cu forme variabile și foarte variabile, deoarece prezintă suficientă siguranță pentru obținerea rezultatelor pozitive. Dezavantajul executării succesive a lucrărilor constă în faptul că rezolvarea problemelor de explorare necesită un timp îndelungat.

Executarea simultan-succesivă constă în săparea simultană a cîtorva linii de explorare, situate la distanțe mari unele de altele, dar rațional alese, și îndesirea succesivă a lucrărilor de pe linii și chiar a liniilor de explorare, în funcție de rezultatele obținute. Deoarece execuția lucrărilor se face într-un ritm rapid, iar riscul este extrem de mic, procedeul simultan-succesiv se recomandă, în general, în explorare.

c. **Volumul și desimea lucrărilor de explorare.** Stabilirea volumului minim de lucrări de explorare și, legat de aceasta, a distanței raționale dintre lucrările respective (desimilor),

Scanned with OKEN Scanner

care să asigure conturarea zăcămîntului, calculul rezervelor și determinarea calității acestora cu precizia cerută este în funcție de *forma, dimensiunea* și *adîncimea la care se găsește zăcămîntul*, de *caracterul repartiției mineralizației* și a *componenților utili* și de *valoarea economică* a substanței minerale utile.

Deoarece fiecare zăcămînt prezintă o serie de particularități, este destul de dificil de a putea stabili atît volumul lucrărilor, cît și desimea acestora, în vederea executării unei explorări complete. Cu toate acestea, s-a încercat să se determine volumul de lucrări necesar explorării complete a unui zăcămînt, folosind fie metode analitice, ca, de exemplu, procedeul variației statistice, fie aplicînd pe bază de date comparative o rețea de explorare mai rară, fără a scădea eficiența rezultatelor (metoda răririi ulterioare a rețelei de explorare).

Ca o regulă de orientare generală se poate preciza faptul că volumul lucrărilor va fi mai mare în cazul explorării unor zăcăminte de formă mai complexă și a acelora situate la adîncimi mai mari, decît în cazul explorării unor zăcăminte cu o structură mai simplă și a acelora situate mai aproape de suprafață. Volumul lucrărilor de explorare va crește și atunci cînd exploatarea nu începe decît după o explorare completă, adică după ce s-a asigurat un grad de cunoștere cît mai înalt.

Pentru stabilirea distanței raționale dintre aliniamente și dintre lucrările de explorare situate pe același aliniament trebuie să se ia în considerare, pe de o parte, dimensiunea și uniformitatea zăcămîntului, atît pe direcție cît și pe înclinare, și pe de altă parte, categoria de rezerve ce se urmărește a se determina. Dacă zăcămîntul este destul de uniform și are dimensiuni însemnate, lucrările de explorare vor fi amplasate la distanțe mari. În cazul cînd se remarcă variații sistematice ale caracteristicilor zăcămîntului (dimensiune, formă, conținut în componenți utili și caracterul mineralizației), lucrările de explorare vor fi săpate la distanțe mai mici.

Datele acumulate de la explorarea și exploatarea diferitelor zăcăminte din țara noastră au permis stabilirea distanțelor raționale între lucrări pentru zăcămintele auro-argentifere, polimetalice, cuprifere, de fier, mangan, petrol, gaze, cărbuni, săruri și pentru unele zăcăminte de minerale

Scanned with OKEN Scanner

nemetalifere și de roci utile. Ele se găsesc cuprinse în instrucțiunile elaborate de Comisia republicană de rezerve (C.R.R.) de pe lîngă Comitetul geologic.

Aceste distanțe nu trebuie însă să reprezinte un sistem rigid, ele putînd fi modificate pe baza unei justificări geologice. Lucrările de explorare se pot rări în porțiunile în care zăcămîntul devine mai uniform. De asemenea, ele se pot îndesi acolo unde se constată variații însemnate de grosime, schimbări de direcție și înclinare, efilări, falieri, zone cu mineralizații sărace, alternanțe de porțiuni sterile cu porțiuni mai bogate în minereu, ramificații ale corpului de substanță minerală utilă etc.

B. EXPLORAREA DE EXTINDERE

Explorarea de extindere cuprinde ansamblul cercetărilor efectuate prin lucrări miniere, prin foraje sau în mod combinat, în vederea extinderii zonelor cunoscute dintr-un zăcămînt. Ea cuprinde de asemenea și lucrările executate în scopul adîncirii cercetărilor în zonele explorate în detaliu (lucrări de pregătire a exploatării). În cazul de față se va examina numai primul obiectiv și anume acela care se referă la particularitățile extinderii lucrărilor în adîncime și în suprafață, în jurul exploatării existente.

1. Extinderea în adîncime

Prin extinderea lucrărilor în adîncime se urmărește cercetarea porțiunilor din zăcămînt de sub orizontul inferior de exploatare. Extinderea în adîncime se poate face cu ajutorul puțului vertical, planului înclinat, galeriilor și sondelor forate vertical sau înclinat.

În acest scop, sub orizontul inferior de exploatare se sapă pe o anumită adîncime un puț vertical (puț orb) și din acesta o galerie transversală, în vederea interceptării corpului de substanță minerală utilă (fig. 87). Cu ajutorul unei galerii direcționale se urmărește zăcămîntul respectiv pe direcție.

Explorarea în adîncime poate începe și prin săparea unui plan înclinat sau puț înclinat, din care se pleacă cu galerii direcționale, pentru cercetarea pe direcție a porțiunii respective de zăcămînt (fig. 88).

Scanned with OKEN Scanner

În cazul cînd relieful este accidentat, explorarea în adîncime se poate efectua prin galerii de coastă, ce se combină cu galerii direcționale, suitori și coborîtori (fig. 89).

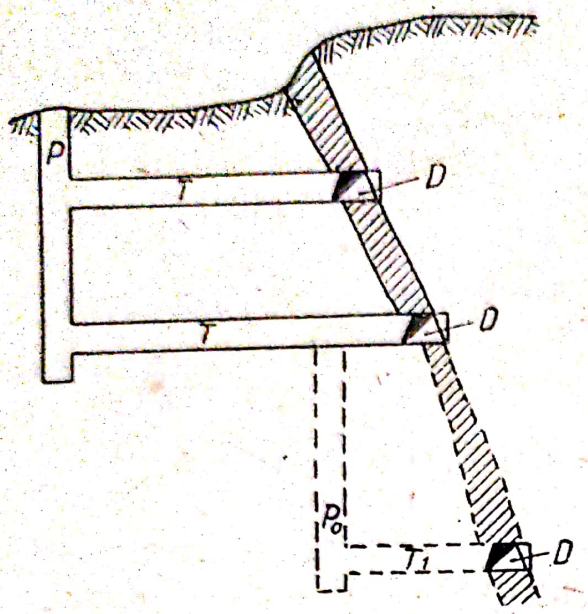


Fig. 87. Explorarea în adîncime prin puț orb:

P — puț de extracție; *T* și T_1 — galerii transversale; *D* — galerii direcționale; P_O — puț orb.

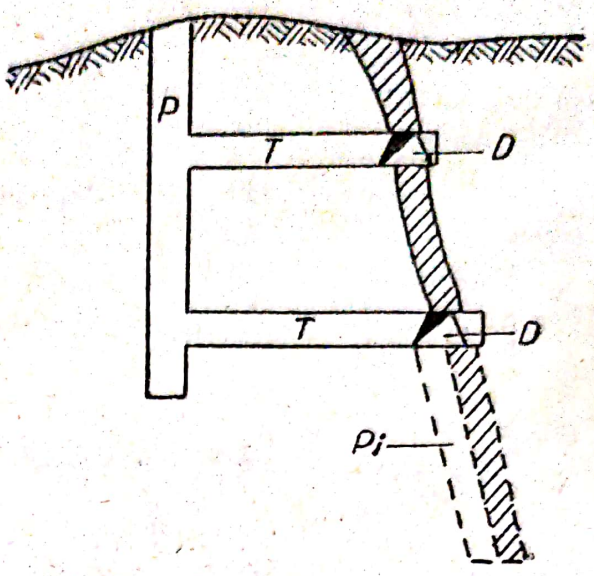


Fig. 88. Explorarea în adîncime prin puț înclinat:

P — puț de extracție; *Pi* — puț înclinat; *T* — galerie transversală; *D* — galerie direcțională.

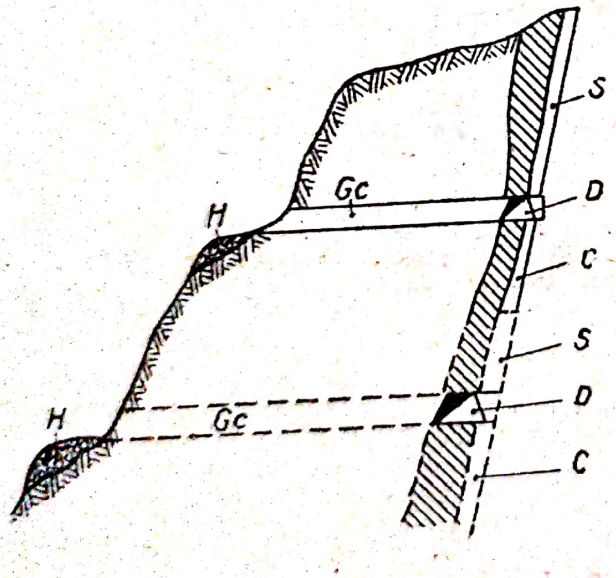


Fig. 89. Explorarea în adîncime pin galerii de coastă:

G_c galerii de coastă; *D* — galerii direcționale; *C* — coborîtoare; *S* — suitoare; *H* — haldă.

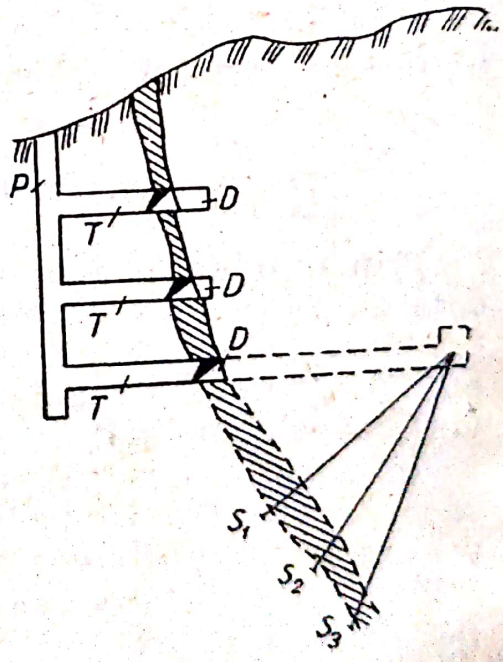


Fig. 90 Explorarea în adîncime prin foraje amplasate în subteran:

D — galerie direcțională; *T* — galerie transversală; *P* — puț; S_1, S_2, S_3 — sonde în evantai.

Scanned with OKEN Scanner

Sondele folosite pentru explorarea în adîncime a corpurilor solide se amplasează fie în galerii laterale, special amenajate la ultimul orizont de exploatare (fig. 90), fie la suprafață, dacă orizonturile de exploatare sînt la adîncime mică (fig. 91).

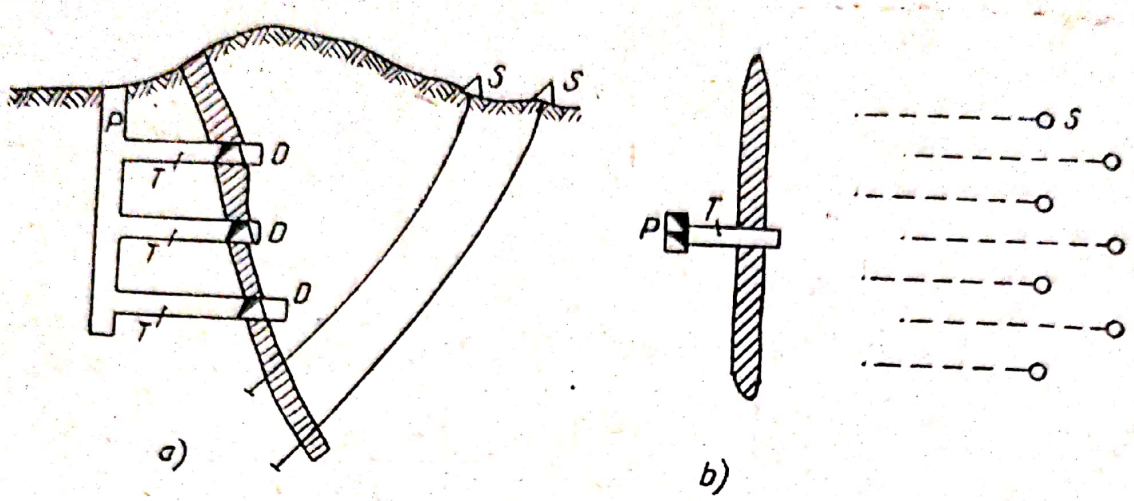


Fig. 91. Explorarea în adîncime prin sonde înclinate amplasate la suprafață :
a — profil ; *b* — în plan ; *P* — puț de extracție ; *T* — galerie transversală ; *S* — foraje înclinate.

Pentru zăcămintele de petrol și gaze, explorarea în adîncime se face prin săparea sondelor în formațiile geologice așezate sub formațiile aflate în exploatare.

2. Extinderea în suprafață

Extinderea lucrărilor în jurul exploatării existente are drept scop determinarea continuității zăcămîntului pe direcție și identificarea unor corpuri noi de substanțe minerale utile. Cercetarea acestor porțiuni se face cu lucrări miniere orizontale și cu sonde.

Lucrările miniere de extindere reprezintă, de fapt, numai continuarea galeriilor transversale (fig. 92), sau a galeriilor direcționale (fig. 93), de la orizonturile aflate în exploatare.

Sondele amplasate pentru explorarea de extindere în suprafață, în jurul exploatării se sapă orizontal prin carotaj continuu. Ele se instalează într-unul din orizonturile de exploatare, unde se amenajează o cameră specială.

Pentru zăcămintele de petrol și gaze, explorarea de extindere în suprafață se face în compartimente adiacente

suprafeței productive, separate de falii importante, descoperite prin lucrări de prospecțiune suplimentare sau presupuse pe baza interpretării unor date geologice mai noi.

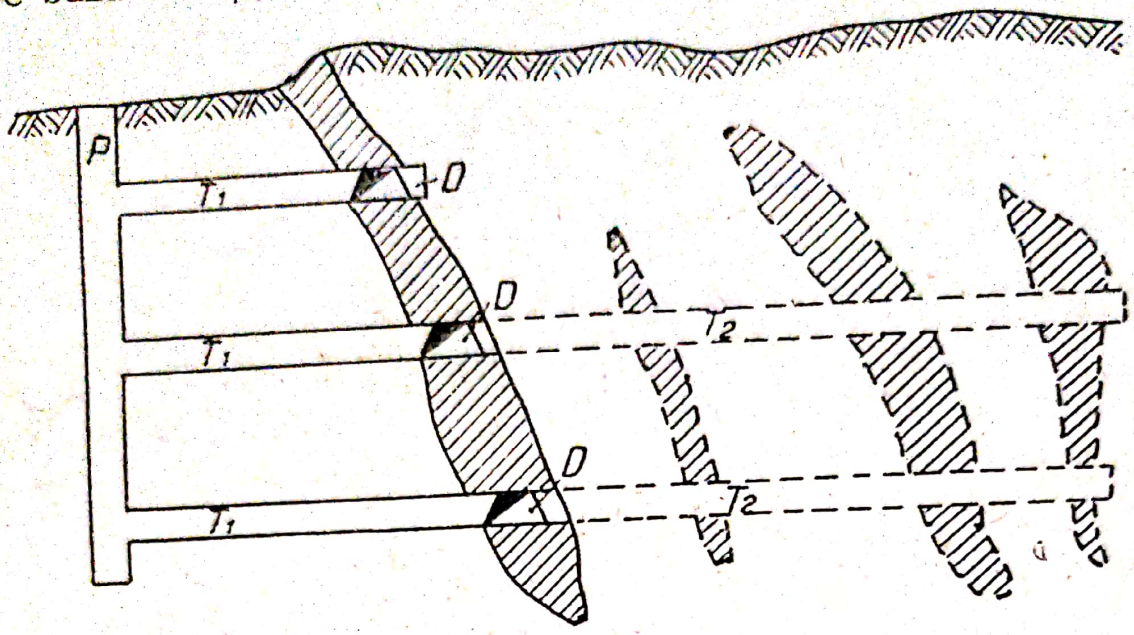


Fig. 92. Explorarea unor corpuri de substanțe minerale utile prin galerii transversale:
P — puț ; T_1, T_2 — galerii transversale ; *D* — galerii direcționale.

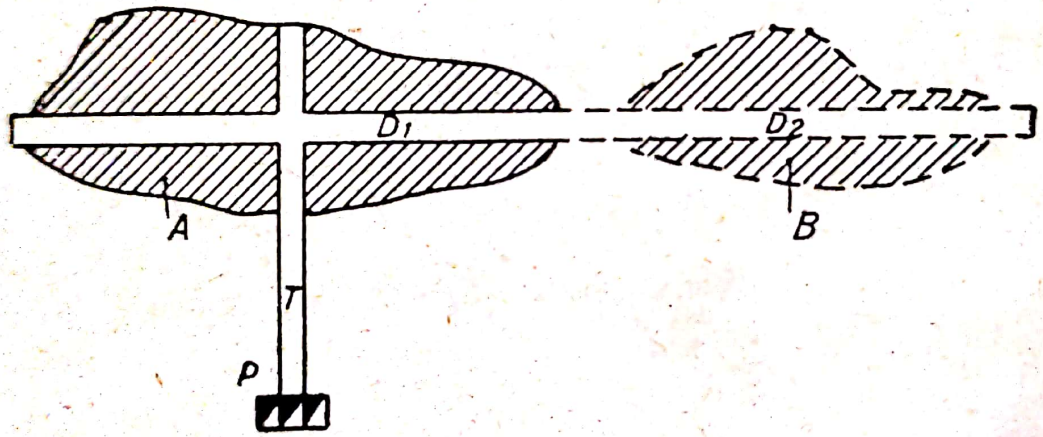


Fig. 93. Explorarea unor corpuri de substanțe minerale utile prin galerii direcționale:
P — puț; D_1 , D_2 — galerii direcționale ; *T* — galerie transversală ; *A* — zăcământ în exploatare ; *B* — zăcământ.

C. EXPLORAREA PRIN REDESCHIDEREA VECHILOR LUCRĂRI MINIERE

Dezvoltarea continuă a tehnicii miniere permite industriei extractive să se preocupe și de zăcămintele considerate în trecut ca foarte sărace și exploatate numai în porțiunile mai ușor accesibile și mai bogate.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă pe baza prospecțiunilor geologice și pe baza documentației referitoare la trecutul exploatării miniere se ajunge la concluzia că zăcămîntul poate forma obiectul unor noi cercetări, atunci se trece la redeschiderea propriu-zisă a lucrărilor miniere (puțuri, plane înclinate, galerii de coastă etc). În acest scop se folosesc uneori metode obișnuite, alteori metode speciale de redeschidere, după cum rocile în care au fost săpate lucrările miniere sînt mai tari sau mai moi și prin urmare după cum surpăturile sînt localizate în anumite puncte sau se extind pe porțiuni mari.

După redeschiderea lucrărilor miniere și asigurarea condițiilor bune de lucru urmează cercetarea porțiunilor din corpul de substanțe minerale utile rămase neexploatate și probarea acestora pentru a obține informații asupra conținutului în componenți utili și dăunători. Îndesirea rețelei de lucrări se face numai atunci cînd s-a precizat că zăcămîntul îndeplinește condițiile cerute de industria extractivă și că există toate perspectivele de a mări volumul inițial de rezerve.

D. PROBAREA ZĂCĂMINTELOR DE SUBSTANȚE MINERALE UTILE

Din orice zăcămînt în explorare este necesar să se recolteze în mod sistematic probe de substanțe minerale utile în vederea determinării conținutului cantitativ în componenți utili (principali și accesorii), în componenți dăunători, pentru determinarea proprietăților fizice și chimice ale substanței minerale utile, pentru stabilirea procedeelor tehnologice de preparare și prelucrare industriale și pentru precizarea în detaliu a condițiilor de formare. Salbandele, rocile înconjurătoare și porțiunile din zăcămînt care macroscopic par sterile dar pot fi selecționate în timpul exploatării, vor fi probate numai informativ.

Probarea unui zăcămînt se continuă desigur și în faza de exploatare, dar asupra acestui aspect nu se va insista aici.

Rezultatele obținute prin probarea zăcămintelor în diferite stadii ale explorării, sînt utilizate la determinarea conținutului mediu în componenți utili în vederea calculului rezervelor, la conturarea diferitelor sorturi industriale de substanță minerală utilă, ca și la urmărirea și dirijarea în mod continuu a lucrărilor de explorare.

Scanned with OKEN Scanner

Probarea oricărui zăcămînt cuprinde trei etape succesive : *luarea probelor, prelucrarea probelor și analiza sau încercarea probelor.*

În continuare se vor discuta numai primele două aspecte ale probării, deoarece ele intră în preocuparea efectivă a geologului de șantier.

1. Luarea probelor

Luarea probelor reprezintă un proces de alegere a unei anumite cantități de substanță minerală utilă, care să reflecte, prin calitatea sa, compoziția medie a acesteia în punctul respectiv. În funcție de scopul urmărit, probele luate în timpul explorării unui zăcămînt pot fi : mineralogice, chimice, pentru determinarea proprietăților fizico-mecanice și tehnologice. Asemenea probe se colectează din aflorimente, din lucrări miniere, din sonde și din grămezi de minereu.

a. **Luarea probelor mineralogice.** Probele mineralogice constau din luarea unor bucăți reprezentative de substanță minerală utilă și de rocă din lucrările miniere, din materialul provenit din sonde și din aflorimente, în scopul de a preciza caracterul substanței minerale utile, relațiile dintre diferite minerale și proprietățile fizice ale acestora (clivaj, inclusiuni, formă, mărime, duritate, conductibilitate magnetică, electrică etc.) ca și în scopul de a descifra mai amănunțit condițiile de formare ale corpului de substanță minerală utilă aflat în explorare. Fauna și flora identificată în aceste probe ajută la completarea datelor privind vîrsta relativă a formației sedimentare în care se găsește substanța minerală utilă.

Cu ajutorul probelor mineralogice se pot face și aprecieri cu caracter informativ asupra calității substanței minerale utile și asupra conținutului în minerale utile. În acest scop se recurge la metode optice (folosind microscopul și binocularul), la metode chimice (folosind solvenți pentru hidrocarburi), la metoda concentratelor de minerale metalifere (utilizată mai ales în cazul zăcămintelor aluvionare și a zăcămintelor primare de impregnație sau diseminare), la metoda luminiscenței (folosind o lampă ce emite raze ultraviolete) etc.

b. **Luarea probelor chimice.** Probele chimice se colectează din lucrările miniere și din foraje pentru a determina în cazul minereurilor conținutul în componenți utili (principali și accesorii) și în componenți dăunători, iar în cazul cărbunilor, petrolului și gazelor, pentru a efectua analiza chimică ele-

Scanned with OKEN Scanner

mentară și a preciza proprietățile chimice. Datele analitice sînt utilizate la calculul rezervelor și la delimitarea sorturilor industriale de substanțe minerale utile.

1) *Luarea probelor din zăcămintele de minereuri.* Luarea probelor chimice din *lucrările miniere* impune cunoașterea metodelor de luare a probelor, a distanței raționale dintre probe și a posibilităților de a unifica probele colectate, dacă ele se găsesc într-un număr foarte mare.

Metodele de luare a probelor. Pentru luarea probelor chimice din lucrările miniere se pot utiliza o serie de metode, dintre care se menționează : luarea probelor informative (cu bucata), luarea probelor din punctele de intersecție ale unei rețele, luarea probelor prin brazde, luarea probelor prin găuri de mină, luarea probelor prin răzuire și luarea probelor globale. Dintre acestea, numai unele metode sînt folosite mai frecvent în practica explorării, datorită eficacității lor deosebite.

Luarea probelor informative. Probele informative reprezintă bucăți de minereu, în număr de una, două sau trei, rareori mai multe. Ele se iau din frontul de lucru sau dintr-o grămadă de minereu pentru a obține unele date preliminare asupra calității substanței minerale utile. În general, aceste probe ajung la o greutate de 0,2—0,5 kg.

Luarea probelor din punctele de intersecție ale unei rețele. Metoda este foarte simplă și poate fi utilizată, cu excepția filoanelor subțiri, la probarea

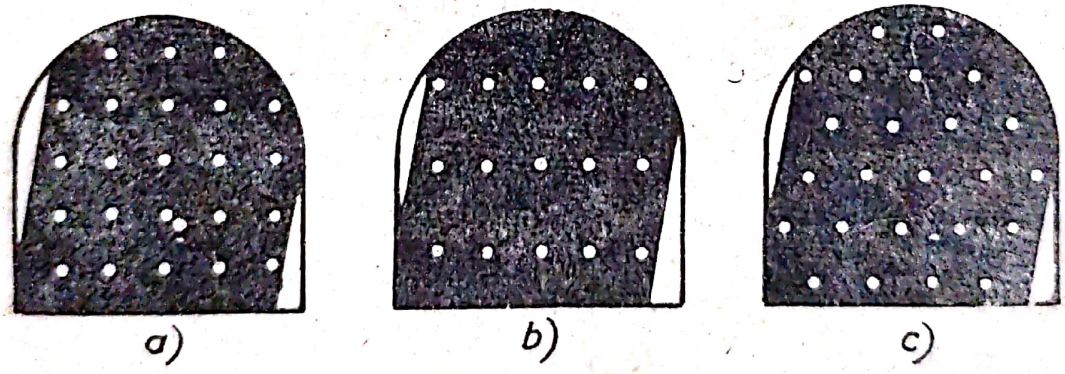


Fig. 94. Amplasarea punctelor de probare în frontul de lucru : *a* — după o rețea pătratică ; *b* — după o rețea dreptunghiulară ; *c* — după o rețea rombică.

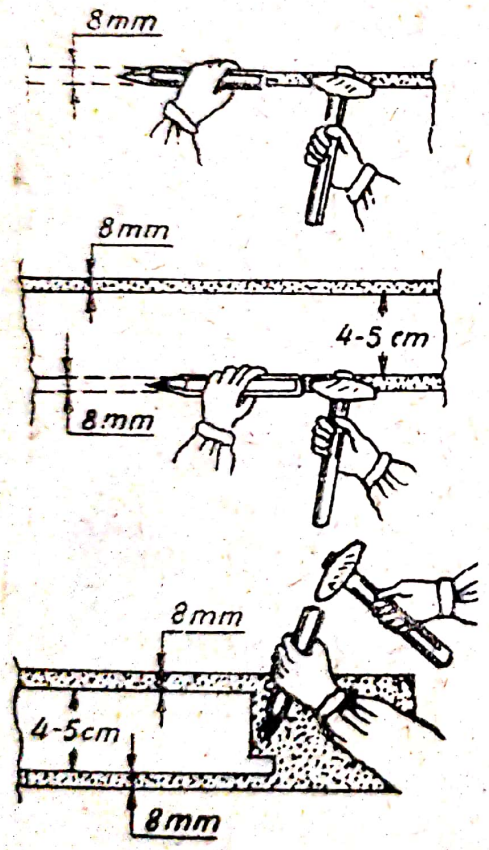
oricărui zăcămînt de minereu. În acest scop, se folosește o rețea cu ochiurile pătratice, dreptunghiulare sau rombice (fig. 94). Punctele de probare vor fi nodurile rețelei.

În cazul zăcămintelor cu o repartiție uniformă a componenților utili, probele se colectează din 12—15 puncte și re-

prezintă bucăți de minereu cu dimensiuni reduse. Pentru zăcămintele cu o repartiție neuniformă a componenților utili sînt necesare 20—25 puncte, iar pentru acelea cu o repartiție foarte neuniformă a componenților utili, numărul punctelor de probare va fi de 50—100, uneori și mai mult. Uneori se poate aplica și luarea probelor din ochiurile și nu din nodurile rețelei.

Luarea probelor prin brazde. Această metodă este folosită foarte mult în practica probării zăcămintelor. Exceptînd cazul minereurilor friabile și a filonașelor extrem de subțiri, care conțin metale prețioase și rare, metoda luării probelor prin brazde se poate aplica la toate celelalte tipuri de zăcăminte.

Probarea prin brazde constă din luarea unei cantități de material de-a lungul unui șanț, orientat pe grosimea zăcămîntului, adică pe direcția în care componenții utili prezintă cele mai accentuate variații. Brazdele se execută, în general, manuale, folosind spițul, ciocanul sau fistăul, și numai în anumite cazuri se utilizează ciocane pneumatice.



Fig, 95. Executarea unei brazde.

În vederea executării unei brazde este necesar ca porțiunea respectivă să fie nivelată și curățată cu o perie specială. Inițial, se execută două șanțuri cu lățimi de 7-8 mm, situate la o distanță de 4-5 cm unul de altul. Se detașează apoi întreg materialul cuprins între cele două șanțuri, menținînd constante adîncimea și lățimea brazdei (fig. 93). Materialul se colectează într-o ladă specială sau pe o foaie de cort și se introduce ulterior într-un sac rezistent pentru a putea fi transportat.

În general, probarea se face prin *brazde rectilinii* și mai puțin prin *brazde circulare* sau *brazde în spirală*.

Brazdele rectilinii pot fi *orizontale, înclinate* sau *verticale*. Ele se amplasează în diferite puncte ale lucrărilor mi-

Scanned with OKEN Scanner

niere în funcție de modul cum este deschis zăcămîntul, de poziția și grosimea acestuia.

În cazul *șanțurilor* orientate perpendicular pe direcția zăcămîntului, brazdele se amplasează pe fundul sau pe pereții acestora, în funcție de nivelul pînă la care a fost adîncit șanțul în corpul de substanță minerală utilă (fig. 96). În șanțurile orientate pe direcția zăcămîntului, brazdele se dispun în general pe fundul acestora și numai atunci cînd zăcămîntul are o înclinare mare, ele se amplasează și pe unul din pereți (fig. 97).

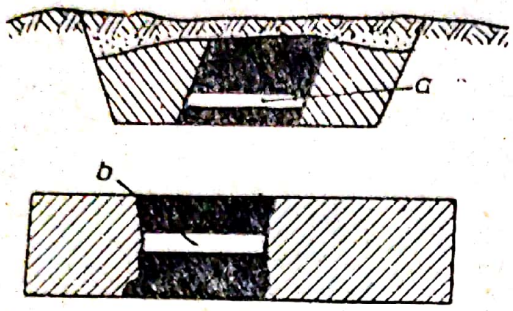


Fig. 96. Amplasarea brazdelor în șanțurile orizontale perpendicular pe direcția zăcămîntului:
a — brazdă orizontală pe un perete lateral;
b — brazdă orizontală pe fundul șanțului.

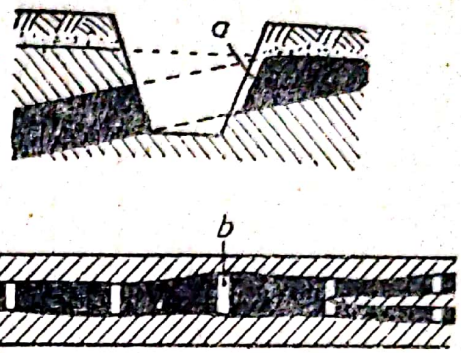


Fig. 97. Amplasarea brazdelor în șanțurile orizontale pe direcția zăcămîntului:
a — brazdă verticală pe un perete lateral;
b — brazdă orizontală pe fundul șanțului.

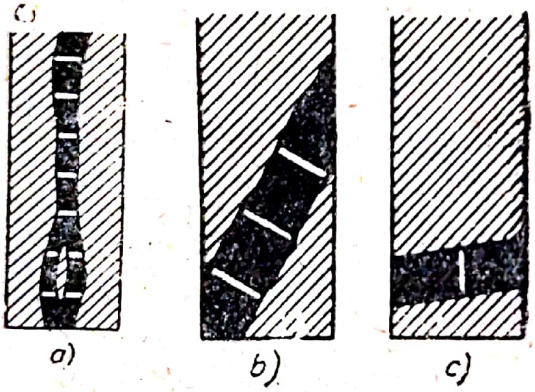


Fig. 98. Amplasarea brazdelor în pereții unui puț de explorare:
a — brazde orizontale; *b* — brazde înclinate; *c* — brazde verticale.

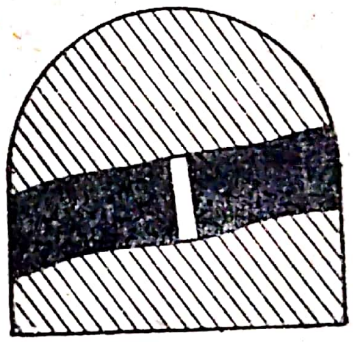


Fig. 99. Brazdă verticală amplasată în frontul de lucru al unei galerii direcționale care urmărește un zăcămînt aproape orizontal.

Puțurile de explorare și suitorii se pot proba prin brazde orizontale, dacă zăcămîntul este vertical (fig. 98, *a*), prin

brazde înclinate, dacă zăcămîntul are o înclinare mare (fig. 98, *b)* și prin brazde verticale, dacă zăcămîntul este orizontal sau are o înclinare mai mică de 30° (fig. 98, *c)*.

Dintr-o *galerie direcțională* care urmărește un zăcămînt aproape orizontal, probele se iau prin brazde verticale, amplasate în frontul de lucru (fig. 99) sau în pereți laterali (fig. 100). În cazul cînd zăcămîntul urmărit de galeria direcțională are o înclinare mai mică de 60°, probele se colectează prin brazde înclinate (fig. 101), iar dacă zăcămîntul are o înclinare mai mare de 60° sau este vertical, probele se iau prin brazde orizontale amplasate în frontul de lucru sau în tavanul galeriei (fig. 102). Amplasarea brazdelor în *galeriile transversale* se face numai pe pereții laterali. Probele se colectează din mai multe brazde înclinate, dacă grosimea zăcămîntului este mai mare de 1 m (fig. 103) sau dintr-o singură brazdă, dacă grosimea zăcămîntului este mai mică de 1 m (fig. 104).

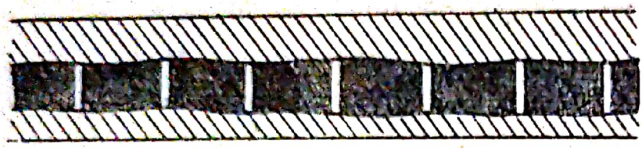


Fig. 100. Brazde verticale amplasate în peretele lateral al unei galerii direcționale care urmărește un zăcămînt aproape orizontal.

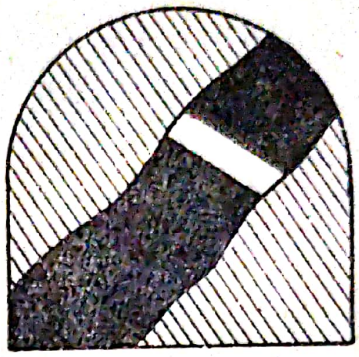


Fig. 101. Amplasarea brazdelor în frontul de lucru al unei galerii care urmărește un zăcămînt cu înclinare mai mică de 60°.

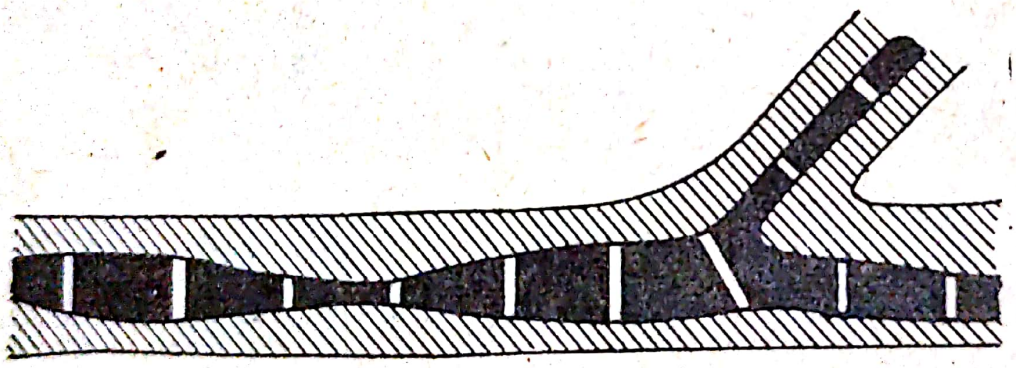


Fig. 102. Amplasarea brazdelor în tavanul unei galerii direcționale.

Pentru probarea volburilor și cuiburilor de minereu se recomandă ca, înainte de a stabili orientarea brazdelor, să se precizeze direcția predominantă după care se dezvoltă rețeaua de filonașe.

Zăcămintele de minereuri cu texturi rubanate, paralele, concentrice și care sînt constituite din benzi cu sorturi diferite de substanțe minerale utile, se probează prin brazde continui, împărțite în secțiuni (fig. 105). Materialul provenit din fiecare secțiune va reprezenta o probă independentă. În schimb, ramificațiile de filoane și lentilele apropiate între ele, dar alcătuite din același sort de minereu, se probează prin brazde discontinui, iar materialul obținut va constitui, în final, o singură probă.

Fig. 103. Amplasarea brazdelor în galerii transversale în cazul unui zăcămînt cu grosime mare.

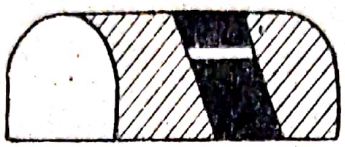


Fig. 104. Amplasarea brazdelor în galerii transversale în cazul unui zăcămînt cu grosime mică.

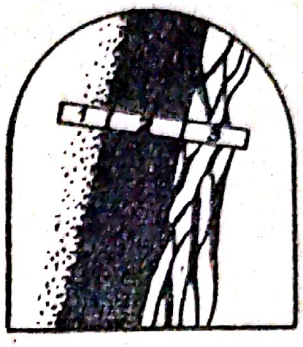


Fig. 105. Luarea probelor printr-o brazdă continuă împărțită în secțiuni:
1,2,3, — secțiunile brazdei.

Dimensiunile brazdelor sînt în funcție de grosimea zăcămîntului și de modul de repartiție al componenților utili. Astfel, lățimea și adîncimea acestora vor fi cu atît mai mari cu cît grosimea zăcămîntului este mai mică și cu cît repartiția componenților utili este mai neuniformă (tabela 8). În cazul minereurilor moi se pot folosi valorile maxime ale dimensiunilor transversale, lățimea și adîncimea ale brazdelor, indiferent de caracterul repartiției componenților utili.

Tabela 8

Dimensiunile transversale ale brazdelor săpate în minereuri tari

Caracterul repartiției componenților utili	Dimensiunile brazdelor, în cm, în raport cu diferite grosimi, în m		
	2,5 — 2,0	2,0 — 0,8	0,8 — 0,5
uniform	5×2	6×2	10×2
neuniform	8×2,5	10×2,5	12×2,5
foarte neuniform	10×3	12×3	13×3

Scanned with OKEN Scanner

Pentru zăcămintele cu grosimi mari, lungimea brazdelor poate ajunge la 2—3 m, dacă repartiția componeților utili este uniformă, sau cel mult la 1 m, dacă repartiția componenților utili este foarte neuniformă. În cazul zăcămintelor cu grosimi foarte mari, brazdele se împart în secțiuni cu lungimi de 1, 2 sau 3 m.

În practica probării unor zăcăminte cu texturi masive, există tendința de a utiliza procedeul brazdei punctate și procedeul brazdelor cu secțiuni mici, triunghiulare. Aceste procedee pot fi recomandate a fi introduse în practica probării, dar numai după o prealabilă încercare experimentală și comparare cu rezultatele obținute în probarea prin brazde în secțiuni normale, dreptunghiulare.

Luarea probelor prin găuri de mină. Metoda poate fi folosită numai în cazul zăcămintelor cu grosimi mari. Ea constă în captarea prafului din găurile perforate, în timpul înaintării frontului de lucru sau din găurile executate special în acest scop.

Praful din găurile de mină se colectează manual sau pneumatic. Din găurile perforate, în porțiunile de zăcământ care conțin minereu industrial pe zone largi, praful se adună complet. În schimb, din găurile executate în porțiunile de zăcământ alcătuite din zone mai bogate în minereu, ce alternează cu zone mai sărace în minereu, praful se colectează selectiv, numai din găurile perforate în minereul industrial.

Modul de amplasare a găurilor de mină, în scopul colectării prafului, este oarecum identic cu acela de la probarea prin brazde. Distanța dintre găuri poate fi de 1 m, dacă se perforează la adîncimi mari.

Luarea probelor prin răzuire. Prin metoda răzuirii se probează zăcămintele cu o repartiție foarte neuniformă a componenților utili și filoanele cu grosimi foarte mici. Probarea, în acest caz, constă din detașarea materialului de pe toată suprafața mineralizată a frontului de lucru. Adîncimea de răzuire este de 3—5 cm, mai rar 10 cm.

Luarea probelor globale. Probele globale se iau din zăcămintele cu grosimi mari și cu o repartiție foarte neuniformă a componenților utili. Se mai pot lua și din alte zăcăminte în scopul verificării rezultatelor probării prin procedee mai simple și mai ieftine.

În proba globală intră minereul extras în urma înaintării frontului de lucru pe o anumită distanță. În general materialul care alcătuiește o astfel de probă se obține de la diferite

Scanned with OKEN Scanner

intervale de înaintare a frontului de lucru sau din același interval, dar după o prealabilă reducere : a doua, a cincea lopată, vagonet etc.

Distanța dintre probe. Pentru ca probele luate dintr-un zăcămînt să reflecte întru totul compoziția medie a substanței minerale utile se impune alegerea unor distanțe raționale dintre acestea, care variază în funcție de caracterul repartiției componenților utili și de anumite particularități ale zăcămîntului.

În cazul zăcămintelor cu o *repartiție uniformă* a componenților utili (unele zăcăminte metamorfice de fier, zăcămintele sedimentare de fier, mangan și aluminiu) se recomandă ca distanța să fie de *4—15 m*, iar pentru zăcămintele cu o *repartiție neuniformă* a componenților utili (unele zăcăminte de minereuri neferoase și de metale rare), distanța poate fi de *2,5—4 m*. Dacă repartiția componenților utili este *foarte* neuniformă (în special în zăcămintele de metale rare și de aur) distanța va fi de *1,5—2 m*, iar dacă repartiția componenților utili este *extrem de neuniformă* (unele zăcăminte de metale rare și de aur), distanța se va lua de *1—1,5 m*.

Aceste distanțe servesc numai pentru o orientare generală, ele putînd fi modificate în sensul reducerii sau măririi lor, în funcție de particularitățile zăcămîntului ce se explorează. În general, distanța optimă se stabilește pe cale experimentală. Se calculează conținutul mediu în componenți utili, inițial folosind toate datele de analiză, iar ulterior eliminînd din calcul treptat cîte o analiză, cîte două, trei etc. Paralel cu operația de eliminare și cu efectuarea calculelor respective se face și compararea rezultatelor obținute. Se consideră rațională distanța maximă dintre probe, căreia îi corespunde conținutul mediu ce se abate cu o mărime admisibilă de la conținutul mediu inițial.

Unificarea probelor. Probele colectate din zăcămintele cu o repartiție neuniformă, foarte neuniformă și extrem de neuniformă a componenților utili trebuie supuse unei operații de unificare, în vederea omogenizării variației conținutului în componenți utili, reducerii numărului de analize, și efectuării cu mai multă ușurință a calculului conținutului mediu. Unificarea probelor se face numai pentru probele luate sistematic din lucrările direcționale și nu se face pentru probele luate din lucrările ce traversează corpul de minereu.

În cazul zăcămintelor cu o repartiție *neuniformă* a componenților utili se unifică *2 probe* ; pentru zăcămintele cu o

Scanned with OKEN Scanner

repartiție *foarte neuniformă* a componenților utili se unifică *2—3 probe*; pentru zăcămintele cu o repartiție *extrem de neuniformă* a componenților utili se unifică *3—4 probe*.

Unificarea se face pe sorturi de minereu pentru probele luate din galeriile direcționale și nu din cele transversale, în faza explorării de detaliu. În general, lungimea pe care s-au colectat probele, ce urmează să fie supuse unei singure analize, nu trebuie să depășească 10 m.

În cazul *forajelor*, probele chimice se iau din carote și din noroiul de foraj. Luarea probelor din carote se face atunci cînd coeficientul de recuperare este mare (50—100%), pentru a se putea obține date cît mai exacte, privind conținutul în componenți utili. Dacă corpul de substanță are grosimi mari, probele din carote se iau de la intervale egale. În cazul cînd corpul de substanță minerală utilă are grosimi mai mici de 1 m, atunci materialul provenit de pe intervalul respectiv de forare va constitui una sau cel mult două probe. Din zăcămintele formate din fîșii de substanțe utile ce alternează cu fîșii de steril se recomandă a se lua probe fracționate.

Carotele mineralizate se secționează de-a lungul axei longitudinale cu dalta și ciocanul sau cu aparate speciale; jumătate din carota secționată se pregătește pentru analiza chimică, iar jumătate se păstrează ca probă martor și pentru eventuale studii. Uneori probele din carote se mai pot lua prin executarea unei găuri în centrul carotei, urmată de colectarea prafului, sau prin secționarea carotei în lungul axei longitudinale prin două plane paralele și colectarea părții mediane. Unii autori recomandă colectarea probei printr-o brazdă (șanț) executată în lungul carotei.

Din noroiul de foraj, probele chimice se iau în cazul cînd coeficientul de recuperare a carotelor este mai mic de 50%. Adunarea noroiului de foraj se face uneori și în condițiile unui coeficient de recuperare de 80%, bineînțeles dacă mineralizația formează slabe impregnații.

Pentru recoltarea probelor din noroiul de foraj trebuie să existe certitudinea că acesta corespunde intervalului respectiv de probare, că el nu a fost diluat sau concentrat prin amestecare cu material străin, că nu s-a pierdut o bună parte din noroi pe fisurile din rocile laterale și că viteza curentului ascendent a fost suficient de mare și a antrenat toate particulele, indiferent de dimensiune și greutate specifică.

2) *Luarea probelor din zăcămintele de cărbuni.* Cunoașterea caracteristicilor calitative ale cărbunilor se face ca și pentru minereuri, pe baza analizei probelor recoltate.

Scanned with OKEN Scanner

Probele se iau din lucrările miniere de explorare și din carotele sondelor de explorare, pe toată grosimea stratului. În lucrările miniere, probele se iau perpendicular pe strat. Mai întîi se curăță și se nivelează stratul pe o fîșie perpendiculară pe direcția sa, lată de 50 cm. Probele se colectează din interiorul acestei fîșii, de-a lungul unui șanț tot de 15—20 cm și adînc tot de 15—20 cm. Proba din fiecare strat se recoltează pe o prelată, o tablă de oțel sau pe o cutie de lemn, apoi se strînge cu atenție într-un sac, pe care se fixează o etichetă cu denumirea minei, data luării probei și numărul de ordine al bancului de cărbune sau a intercalației din care s-a luat proba, recoltată de sus în jos. Distanțele maxime la care se iau probele de cărbuni în lucrările miniere variază cu tipul zăcămintelor de cărbuni (tabela 9).

Tabela 9

Distanțele maxime la care se iau probele de cărbuni

Tipul de zăcămînt	Distanța maximă între probe, în m	
	În lucrări miniere direcționale	În lucrări miniere pe înclinare
Zăcăminte orizontale sau slab înclinate (structură simplă)	200	100
Zăcăminte ușor cutate și faliate	100	50
Zăcăminte intens cutate și faliate (structură complicată)	50	25

Distanța dintre probe poate fi redusă cînd există variații mari pe direcție și înclinare în ceea ce privește conținutul în cenușă, substanțe volatile, sulf, umiditate.

Din foraje se recoltează probe pentru analiză din toate stratele de cărbuni întîlnite. Secționarea carotelor se face la fel ca la minereuri.

Numărul de probe trebuie să fie în orice caz suficient, pentru ca, prin analizele făcute, să se asigure posibilitatea stabilirii variației calității cărbunelui în cuprinsul zăcămîntului.

3) *Luarea probelor din zăcămintele de petrol și gaze.* În cazul zăcămintelor de petrol și gaze, lucrările de probare se referă, în primul rînd, la investigarea geologică și geofizică a sondei și, în al doilea rînd, la determinarea orizonturilor productive cu petrol sau gaze, la stabilirea debitului, a pre-

Scanned with OKEN Scanner

siunii de strat, a compoziției chimice și a proprietăților fizice ale petrolului, gazelor și apelor de zăcământ, a condițiilor hidrogeologice etc.

Investigarea geologică și geofizică se face la toate sondele săpate în fazele de prospecțiune, explorare sau exploatare. Ea cuprinde recoltarea carotelor mecanice, a probelor de sită, a probelor laterale, efectuarea diferitelor diagrame (electrice, radioactive, bituminologice, de gaze, termice), măsurători de deviație, cavernometrice etc.

O atenție deosebită este acordată la analiza carotelor mecanice pentru detectarea indicațiilor de petrol și gaze în aceste carote, precum și pentru determinarea anumitor proprietăți fizice (porozitatea, permeabilitatea, saturația în petrol sau gaze) ale rocilor colectoare.

Indicațiile de hidrocarburi în carote se determină prin examenul probei cu ajutorul lămpii de cuarț și al solvenților organici (benzol, tetraclorură de carbon, benzină etc.) pentru hidrocarburile lichide și solide și cu ajutorul acetonei pentru gaze.

Determinarea orizonturilor productive cu petrol sau gaze se face selectiv, de jos în sus, după indicațiile obținute în investigarea geologică și geofizică a sondei. Lucrările de probare din această etapă se referă pe de o parte la stabilirea debitelor industriale de petrol sau gaze, la stabilirea compoziției chimice și proprietăților petrolului sau gazelor și pe de altă parte, la stabilirea regimului de zăcământ, a condițiilor hidrogeologice etc. În acest scop, pe timpul efectuării probelor de producție se recoltează probe de petrol, gaze sau ape de zăcământ în vederea analizării lor complexe și se fac diferite măsurători privind debitul, presiunea de zăcământ etc.

Asupra acestor operații se va reveni la explorarea zăcămintelor de petrol.

c. **Luarea probelor pentru determinarea proprietăților fizice și mecanice.** Determinarea propritătilor fizice și mecanice ale rocilor și mineralelor utile prezintă aceiași importanță ca și probarea chimică a minereurilor. Astfel de încercări se efectuează în cazul pietrelor de construcție, materialelor de balast, micelor, azbestului, minereurilor și rocilor gazdă ale acestora din urmă etc.

Pentru încercările fizico-mecanice ale *pietrelor de construcție* se iau probe din masivul de rocă, din care se confecționează paralelipipede (25×25×40 cm) sau cuburi 20×20×

Scanned with OKEN Scanner

×20 cm). Cu ajutorul acestor probe se determină greutatea specifică, greutatea volumetrică, compactitatea, porozitatea, absorbția de apă la presiune normală, coeficientul de saturație, coeficientul de înmuiere și coeficientul de gelivitate. Proprietățile mecanice ale rocilor de construcție se stabilesc pe baza următoarelor determinări: rezistența la compresiune, la întindere, la încovoiere și la uzură.

În cazul *materialelor de balast* este necesar să se cunoască în special rezistența la compresiune sau la uzură, prin frecare și lovire.

La *mice* se va preciza gradul de transparență și mărimea suprafeței foițelor, iar pentru *azbest* finețea, flexibilitatea, rezistența, proprietățile refractare, lungimea fibrelor și procentul de fibre pe diferite sorturi.

În vederea stabilirii condițiilor tehnico-miniere de exploatare a zăcămintelor de minereuri se impune cunoașterea proprietăților fizico-mecanice ale *substanței minerale utile* pentru care se efectuează explorarea, și a *rocilor înconjurătoare*. În acest scop se determină: greutatea volumetrică, umiditatea totală, gradul de umiditate sau saturație, gradul de compactitate, porozitatea, tăria, sistemele de crăpături, stabilitatea rocilor în lucrările de exploatare, rezistența rocilor la diferite șocuri, fărîmițarea minereului și separarea acestuia pe clase, coeficientul de afînare.

Pentru zăcămintele ce urmează a fi exploatate în carieră se mai precizează: stabilitatea compartimentelor tectonizate, a porțiunilor în care roca își schimbă caracterele sale, unghiul maxim al taluzului, gradul de circulație a apelor etc..

d. **Luarea probelor tehnologice.** Probele tehnologice, reprezintă, în cazul zăcămintelor metalifere, cantități mari de substanță minerală utilă (de la 50 kg pînă la mai multe tone) care se iau din zăcămîntul aflat în explorare, în vederea studierii proceselor de preparare mecanică și a celor mai raționale scheme de concentrare, prin care să se asigure o extracție maximă a componentului util din concentrat. Se disting *probe tehnologice de laborator*, *probe tehnologice semi-industriale* și *probe tehnologice industriale*. Ele se colectează din fiecare sort de substanță minerală utilă care poate fi explorat și prelucrat aparte.

La încheierea explorării preliminare se iau *probe tehnologice de laborator*, care au o greutate de 50-100 kg. Acestea se studiază în laboratoare speciale.

Scanned with OKEN Scanner

În timpul explorării de detaliu se colectează *probe tehnologice semi-industriale*, a căror greutate poate fi de 300-500 kg. Ele se studiază în instalații experimentale mici, în stații pilot.

Probele industriale se iau în timpul exploatării experimentale în cantități de 15-20 t.

Probele tehnologice se iau din lucrări miniere, din halde și din carote.

În cazul lucrărilor miniere, probele tehnologice se obțin prin unificarea probelor globale colectate din 3-5 puncte, în așa fel ca ele să asigure obținerea caracteristicilor calitative și tehnologice medii ale zăcămîntului sau ale sortului de substanță minerală utilă probată. Dacă zăcămîntul are o înclinare mare, probele tehnologice se iau din galeriile transversale, iar în cazul cînd zăcămîntul are o înclinare mică acestea se colectează din suitori. Luarea probelor tehnologice din galeriile direcționale se recomandă numai atunci cînd zăcămîntul are grosimi mici.

Probarea tehnologică a haldelor nu este recomandabilă deoarece nu se cunoaște cărei porțiuni din zăcămînt aparține materialul colectat. Dacă totuși se efectuează probarea haldelor, atunci colectarea materialului se face cu ajutorul unei rețele de puțuri.

Din carote se iau numai probe tehnologice de laborator. Aceasta se poate realiza atunci cînd explorarea s-a efectuat printr-un număr mare de foraje. În restul cazurilor, pentru probarea tehnologică sînt necesare lucrările miniere.

În general, probele tehnologice se iau cu o greutate mult mai mare decît cea necesară studiului. Ele se reduc ulterior pînă la mărimea impusă de condițiile de cercetare, adică în laborator sau în stații pilot.

2. Prelucrarea probelor

După recoltarea probelor de substanțe minerale utile se trece la etapa de prelucrare a acestora, în vederea efectuării analizelor sau încercărilor de laborator.

Aceste probe, luate din lucrările miniere sau din foraje, au, în general, o greutate mult mai mare decît cea necesară pentru analizele de laborator. Din acest motiv, probele inițiale trebuie supuse unor operații de prelucrare, pentru a le face potrivite ca greutate și ca dimensiuni ale fragmentelor de minereu. Pentru fiecare substanță minerală utilă există

Scanned with OKEN Scanner

o limită pînă la care proba poate fi redusă, pentru ca ea să fie reprezentativă, adică conținutul mediu în component util din proba finală să corespundă cu conținutul mediu din proba inițială.

În practică, greutatea probei finale se determină, în general, cu ajutorul formulei lui Ceciott, care este cea mai simplă și cea mai precisă.

$$Q = kd^2$$

în care :

Q este greutatea minimă a probei, în kg ;

k — coeficientul determinat de particularitățile substanței minerale utile (valoarea acestuia este cu atît mai mare cu cît componenții utili sînt distribuiți mai neuniform);

d — dimensiunea celor mai mari bucăți din probă.

Se consideră că proba redusă va avea o greutate cu atît mai mică, cu cît componenții utili sînt distribuiți mai uniform în masa corpului de minereu și cu cît dimensiunile bucăților de minereu sînt mai mici. În general, mărimea probei reduse se determină pe cale experimentală.

Proba redusă se împarte în două părți : una este folosită pentru analizele sau încercările de laborator, iar cealaltă va constitui proba martor ce se păstrează în magazie. La rîndul său, partea de material repartizată pentru analize se împarte în trei părți, dintre care numai una se analizează imediat, iar celelalte două sînt păstrate pentru analizele de control intern și extern.

a. **Operațiile de prelucrare a probelor.** Prelucrarea probelor constă din următoarele operații : *sfărîmare, cernere, amestecare și reducere.*

Sfărîmarea materialului. În cazul probelor mari, sfărîmarea materialului pînă la dimensiuni de 40-50 mm se face mecanic cu ajutorul concasoarelor cu fălci folosite în industrie, iar pînă la dimensiuni de 10-15 mm cu concasoare cu fălci, utilizate în laborator. Dacă proba are un volum mic, sfărîmarea pînă la 10-15 mm se poate efectua pe plăci metalice cu ajutorul unui ciocan.

În continuare, sfărîmarea de la 20-30 mm pînă la 4-5 mm se face pe cale mecanică cu mașina cu cilindri de sfărîmare (valțuri de laborator) sau pe cale manuală în mojare. Mărunțirea fină a probelor pînă la 0,15-0,05 mm se realizează în

mori cu discuri, în mori cu bile, în mojare mecanice sau în mojare manuale. În general, se recomandă ca mărunțirea fină a probelor ce urmează să fie analizate chimic, să se execute în mojare de agat pentru a evita impurificarea.

Cernerea materialului. Prin această operație se urmărește clasarea materialului după mărime. În mod obișnuit, la explorare se execută o cernere înainte de sfărîmarea materialului, numită *cernere auxiliară*, și o cernere după sfărîmarea materialului, care se numește *cernere de control*.

Prin cernerea auxiliară se urmărește separarea materialului mărunt din probă, astfel ca în concasor să fie introduse numai bucățile mari și să se evite, pe cît posibil, mărunțirea exagerată a materialului. Cernerea de control are ca scop reținerea bucăților mari care au sărit din mașinile de sfărîmat; aceste bucăți se sfarmă din nou și apoi se clasează.

Cernerea se poate efectua mecanic cu ajutorul unor ciururi oscilante sau vibrante, a căror capacitate de prelucrare este de 100-500 kg/h. Cernerea manuală a materialului cu dimensiuni mai mari de 2-3 mm se face pe un grătar cu rame dreptunghiulare de lemn. Pentru dimensiuni de la 3 mm pînă la 45 μ se folosesc site cu rama cilindrică, de metal sau de material plastic, așezate în coloană.

Amestecarea materialului. Pentru a se ajunge la omogenizarea probei este necesar ca materialul să fie bine amestecat.

Amestecarea materialului se face prin lopătare, prin procedeul inelului și conului, prin cernerea combinată cu procedeul inelului și conului, prin rostogolirea materialului cu ajutorul unei prelate și prin intermediul unor dispozitive mecanice.

Procedeul *lopătării* se folosește pentru amestecarea unor cantități mari de material. Cu ajutorul unor lopeți se ia materialul din diferite puncte ale grămezii și se așază pe o platformă. Operația se repetă de mai multe ori pînă se ajunge la omogenizarea probei.

În cazul procedeului *inelului și conului*, materialul se aruncă în așa fel pe o platformă încît să formeze un con. În vîrful acestui con se introduce o scîndură subțire cu marginea inferioară ascuțită (fig. 106). Scîndura, așezată după un plan diametral, va fi rotită în jurul axului vertical pînă cînd conul ia forma unui disc circular. Se transformă apoi discul într-un inel. Cu ajutorul unei lopeți, se iau cantități

Scanned with OKEN Scanner

mici de material din inel și se aruncă în mijlocul acestuia, în așa fel ca să se formeze din nou un con. Pentru ca materialul să fie amestecat cît mai bine, operația aceasta se va repeta de 3-4 ori.

În cazul cînd materialul este foarte neomogen, este indicat procedeul cu formarea *conului în trepte*, care reduce extrem de mult influența clasării materialului. În acest scop

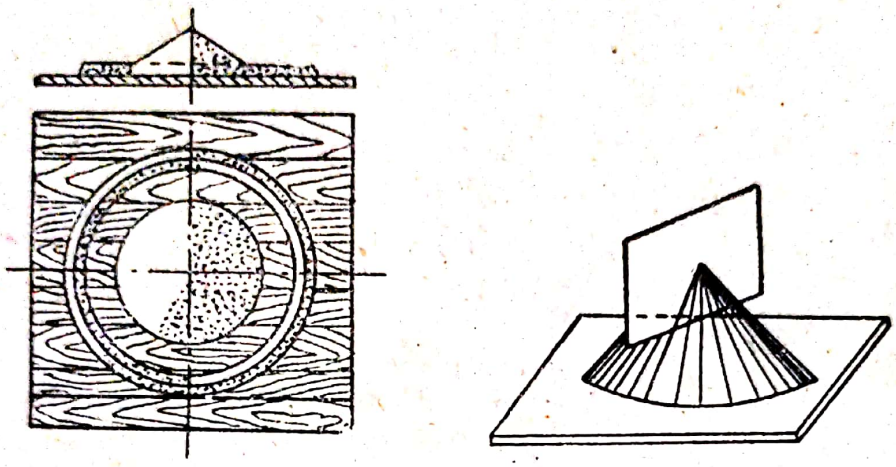


Fig. 106. Amestecarea materialului.

se formează un con mic care se transformă într-un disc. După aceea, în mijlocul discului se formează un al doilea con care se transformă într-un alt disc. Prin repetarea operației pînă la terminarea probei, se obține conul în trepte alcătuit dintr-o serie de discuri suprapuse.

Rezultatele obținute prin acest procedeu sînt destul de exacte.

Prin procedeul *cernerii* combinat cu procedeul *inelului și conului* se ajunge de asemenea la o omogenizare bună a probei. În acest caz, proba se cerne de mai multe ori printr-o sită și apoi se amestecă prin procedeul inelului și conului.

Uneori pentru amestecarea probelor cu o greutate mai mică de 4-5 kg, se folosește o *prelată* sau o *bucată de pînză* pe care se așază materialul. Prin ridicarea succesivă a colțurilor prelatei sau pînzei, se obține un amestec destul de omogen.

Pentru amestecarea probelor se mai pot folosi *dispozitive mecanice*, ca de exemplu tobele de amestec sau morile cu bile, cu ajutorul cărora amestecarea se face extrem de rapid, în 10-20 min.

Reducerea probelor. Pentru reducerea materialului omogenizat se folosesc procedee manuale și mecanice.

Scanned with OKEN Scanner

Procedeul sfertuirii este foarte mult utilizat, deoarece poate fi aplicat la orice tip de substanțe minerale utile, în cantități de la cîteva grame pînă la 50 t. Materialul amestecat se așază sub forma unui disc circular de grosime uniformă, iar cu ajutorul unei scînduri sau cu o cruce construită din lemn sau tablă, se împarte discul în patru părți (fig. 107). Două sferturi opuse se opresc, constituind proba redusă, iar celelalte două sferturi se îndepărtează. Pentru a se ajunge la cantitatea minimă de material pînă la care proba poate fi redusă, operația de mai sus se repetă de cîteva ori.

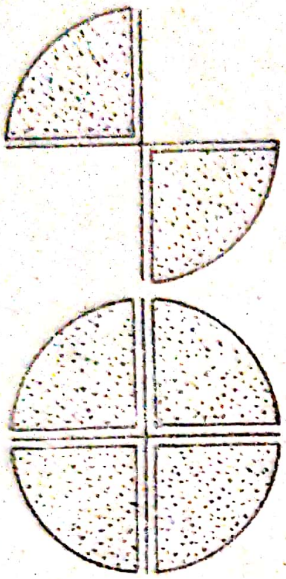


Fig. 107. Reducerea probei prin sfertuire.

Un alt procedeu de a reduce proba constă din aranjarea materialului sub forma unei *grămezi dreptunghiulare*, cu grosime mică, dar uniformă. Se împarte, apoi, grămada în două fîșii lungi, iar acestea în 20—30 pătrate (fig. 108). Din fiecare fîșie se ia, alternativ, cîte un pătrat din două și se unifică pentru a obține proba redusă, iar restul se îndepărtează.

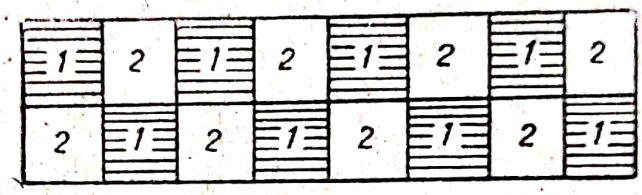


Fig. 108. Reducerea probei:
1 — se oprește pentru proba redusă; *2* — se îndepărtează.

În cazul probelor globale și tehnologice, reducerea se poate face prin *luarea unei cantități de minereu de la anumite intervale în timpul scoaterii minereului din frontul de lucru.* Din minereul care se scoate din frontul de lucru se ia fiecare al doilea, al cincilea sau al zecelea vagonet sau roabă cu minereu și se depozitează pe o platformă specială. Pentru probele luate prin răzuire, reducerea se face cu ajutorul lopeților.

Reducerea probelor se mai poate efectua și cu ajutorul *reducătorilor staționari* sau a *reducătorilor mecanici.* Dintre reducătorii staționari se menționează *divizorul cu jgheaburi, lăzile divizoare* și *fărașele de reducere.*

Divizorul cu jgheaburi este construit dintr-un număr par de jgheaburi, din tablă galvanizată (fig. 109). Lățimea acestora

Scanned with OKEN Scanner

trebuie să fie de două ori mai mare decît diametrul celor mai mari bucăți de minereu, iar înclinarea de circa 50°. Materialul se toarnă în mod uniform peste jgheaburi și se adună în cutiile colectoare, așezate pe laturile lungi ale divizorului.

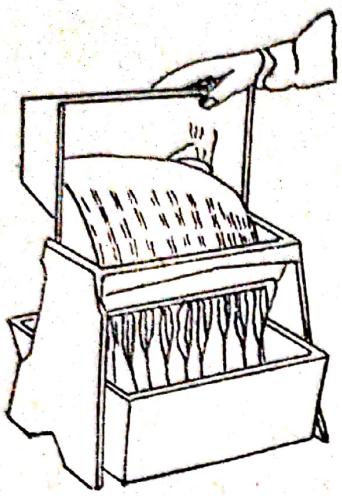


Fig. 109. Dispozitiv cu jgheaburi.

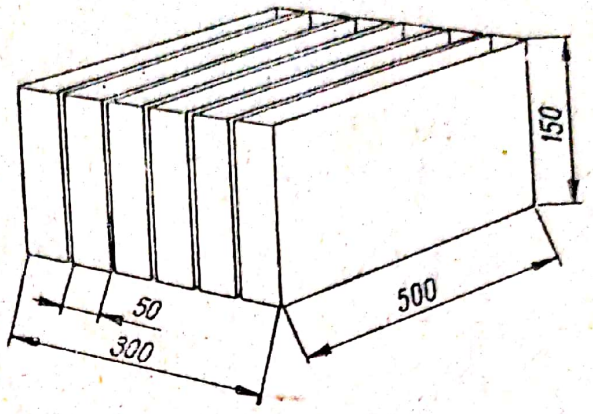


Fig. 110. Lăzi divizoare.

În acest fel, proba se împarte în două părți egale, dintre care una se reține, constituind proba redusă, iar cealaltă se îndepărtează.

Lăzile divizoare sînt utilizate în general, la reducerea probelor cu granulații de 10-25 mm. Pentru reducerea probelor se folosesc 6-10 lăzi, care se așază una lîngă alta (fig. 110). Lățimea lăzilor va fi de două ori mai mare decît diametrul maxim al bucăților de minereu.

Cu ajutorul unei lopeți, de lățime egală cu lățimea totală a lăzilor, se toarnă cît mai uniform materialul în lăzile divizoare. Proba redusă va fi alcătuită din materialul adunat în lăzile cu soț.

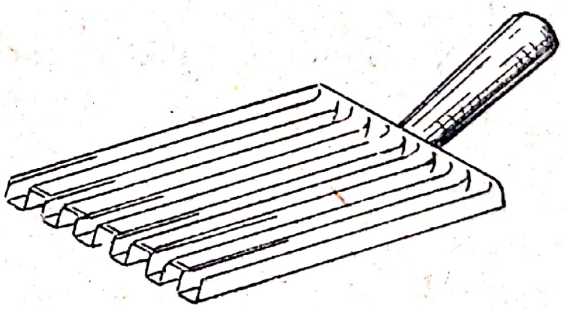


Fig. 111. Făraș de reducere.

Fărașele de reducere servesc la reducerea probelor care au o granulație fină și o greutate mică. Ele au forma unei furci și constau din 6-10 lopățele, cu marginile ridicate în sus (fig. 111); lățimea acestora este de 12-18 mm. Mai există de asemenea două vase anexe, cu marginile ridicate din trei părți și cu fundul plat. Mărimea lor este astfel calculată, încît să încapă în ele fărașul în formă de furcă. Cu unul

Scanned with OKEN Scanner

dintre vase se toarnă materialul cît mai uniform pe toată suprafața fărașului. Materialul acumulat pe lopățelele fărașului va constitui proba redusă, iar acela căzut în vasul așezat sub făraș, se îndepărtează.

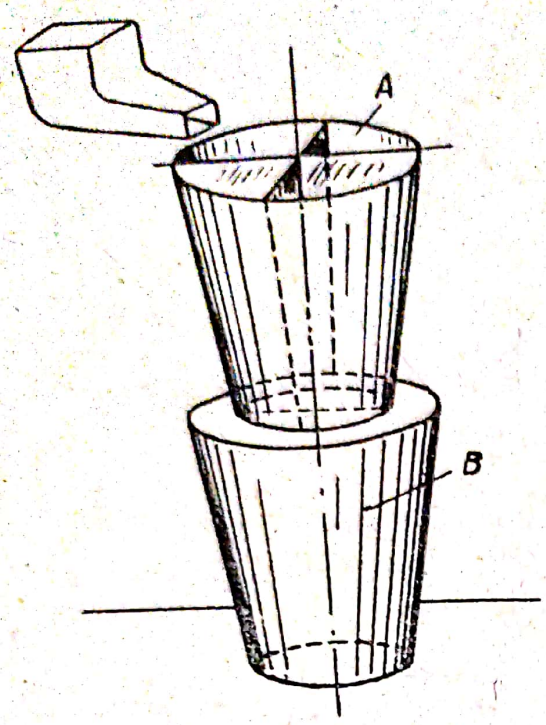


Fig. 112. Reducătorul Braun.

Dintre reducătorii mecanici, cel mai utilizat pentru reducerea probelor este *reducătorul Braun*. Acesta constă dintr-un vas cu patru compartimente, *A*, dintre care două, opuse, sînt fără fund (fig. 112). Materialul care vine din alimentator, situat deasupra vasului va fi astfel împărțit în două părți, datorită mișcării de rotație a vasului în jurul axului vertical și datorită compartimentelor acestuia. În cele două compartimente cu fund se acumulează o parte din material, proba redusă, iar restul probei cade prin compartimentele fără fund într-un vas B. Uneori se folosesc reducători mecanici cu două recipiente, care se rotesc în sens contrar. Cu ajutorul acestui ultim sistem de reducători, proba va fi divizată de două ori ; în final, se adună numai un sfert din proba inițială.

b. **Întocmirea schemei generale de prelucrare a probelor.** La întocmirea schemei generale de prelucrare a probelor se precizează operațiile care trebuie efectuate în timpul prelucrării acestora și etapele prin care trec operațiile respective, în vederea obținerii probelor reprezentative. În alcătuirea acestei scheme se va ține seama de caracterul mineralizației, de mărimea bucăților de minereu și de greutatea minimă pînă la care proba poate fi redusă. Deci, pentru întocmirea schemei de prelucrare a probelor chimice (fig. 113) se va proceda în felul următor :

— În formula $Q = kd^2$ se introduc valori numerice ; în cazul cînd valoarea lui Q este de două sau de mai multe ori mai mare decît valoarea produsului kd^2, proba poate fi redusă fără o sfărîmare prealabilă ; în cazul cînd valoarea lui Q este egală sau de cel mult două ori mai mare decît valoarea produsului kd^2, proba nu se poate reduce fără o prealabilă sfărîmare.

Scanned with OKEN Scanner

— Cu ajutorul formulei $d_1 = \frac{Q}{k}$ se determină pînă la ce mărime d_1 al particulelor trebuie sfărîmată proba.

— Înainte de sfărîmare se face cernerea preliminară cu o sită ale cărei ochiuri au diametrul egal cu d_1.

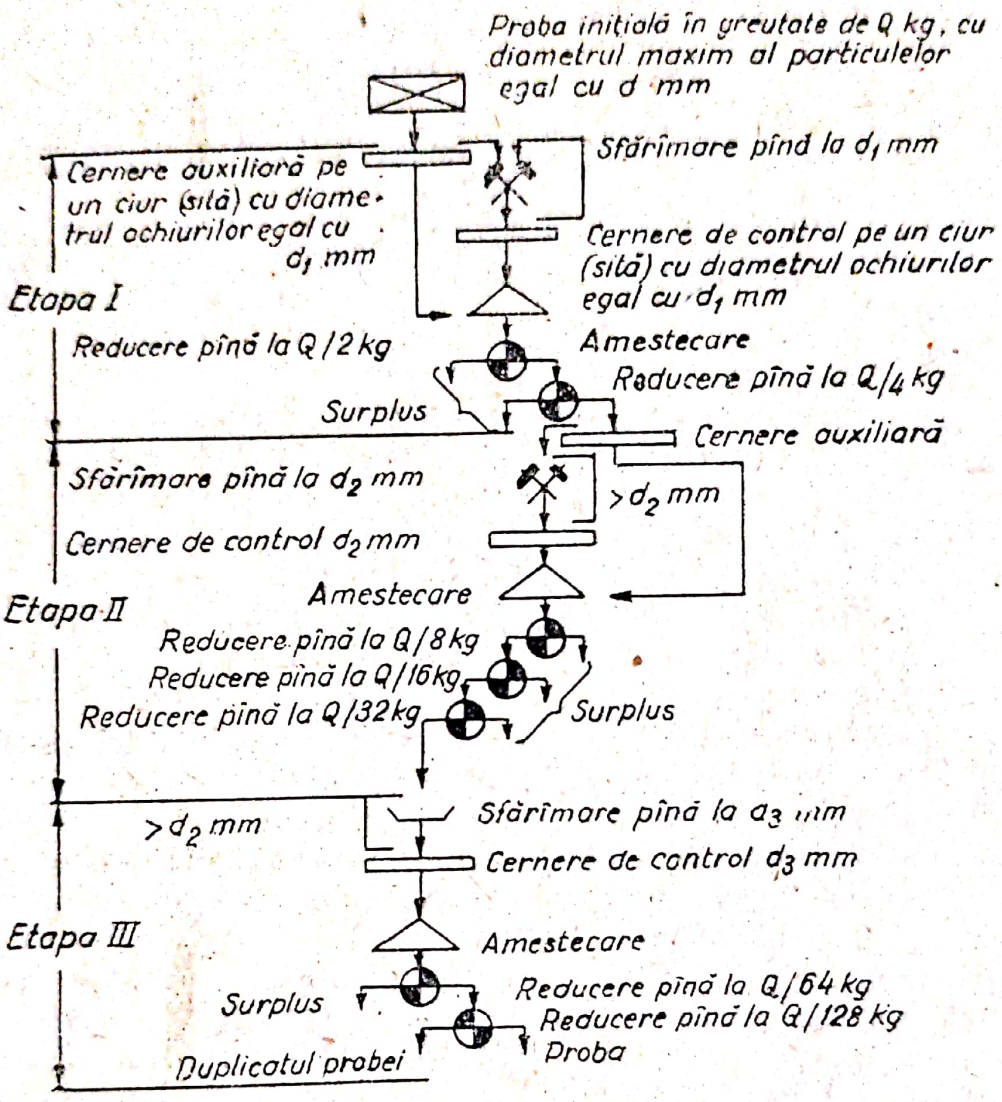


Fig. 113. Schema generală de prelucrare a probelor chimice.

— Clasa plus d_1, rămasă pe sită, se sfărîmă și apoi se trece la cernerea de control; sita va avea diametrul ochiurilor egal cu d_1. Bucățile de minereu cu diametrul mai mare decît d_1, sărite din concasor, vor fi supuse din nou la sfărîmare.

— După cernerea și amestecarea materialului, urmează unificarea claselor minus d_1 (care au trecut prin sită).

Scanned with OKEN Scanner

— Proba se va reduce de n ori ; în acest scop se folosește formula :

$$n = \frac{Q}{kd^2}.$$

După reducerea probei se încheie prima etapă a operațiilor de prelucrare. Proba obținută va avea o greutate mult mai mică decît cea inițială, adică Q_1. În continuare se trece la cea de a doua etapă de prelucrare, efectuînd aceleași operații de mai sus. Prelucrarea probei se consideră încheiată în momentul cînd se obține cantitatea și granulația necesară analizei.

Pentru prelucrarea probelor tehnologice, întocmirea schemei se face după același principiu, diferențele fiind destul de mici.

E. REPREZENTAREA GRAFICĂ A DATELOR DE EXPLORARE

Datele culese din lucrări miniere și din foraje vor fi reprezentate grafic în vederea obținerii unei imagini cît mai clare a formei și poziției în spațiu a zăcămîntului, a indicilor de cantitate și calitate etc., în scopul orientării raționale a lucrărilor de explorare, a evaluării rezervelor și a întocmirii proiectului de exploatare. Pentru aceste reprezentări grafice, se adoptă o legendă în culori sau cu semne convenționale, care se menține pentru toată perioada explorării zăcămîntului respectiv. Legenda trebuie să oglindească cît mai simplu, dar corect, expresiv și frumos, imaginea datelor culese din lucrările de explorare.

Din ansamblul materialului grafic alcătuit în faza lucrărilor de explorare se menționează : secțiuni geologice prin zăcămînt, planuri, schițe, profile de lucrări miniere, profile de sondă și bloc-diagrame.

1) *Secțiuni geologice*. Secțiunile geologice se întocmesc pe baza hărții geologice și a datelor obținute din foraje și din lucrări miniere. Cele mai indicate sînt secțiunile transversale, deoarece ele oferă o imagine cît mai completă privitoare la structura zăcămîntului și la relațiile acestuia cu rocile înconjurătoare. Pentru zăcămintele cu înclinări mari, constituite din zone mai bogate în minereu ce alternează cu zone mai sărace în minereu sau dintr-o serie de corpuri lentiliforme, extrem de utile, sînt indicate secțiunile longitudinale.

Scanned with OKEN Scanner

Secțiunile geologice constituie un element de bază în calculul rezervelor și, prin urmare, ele trebuie să fie întocmite cît mai exact, fără a denatura forma și poziția în spațiu a zăcămîntului.

2) *Planuri.* La explorare se întocmesc, în general, următoarele planuri: planul ivirilor, planul de orizont, planul hipsometric, planul izogrosimilor, planul cu proiecții și planul izoliniilor de conținut în componenți utili.

Planul ivirilor cuprinde toate aflorimentele de substanțe minerale utile. Pe acest plan se trec și rezultatele probării. Dacă planul apare prea încărcat, atunci rezultatele analizelor chimice se trec într-o tabelă situată într-un colț al planului, iar numărul fiecărei probe va fi notat pe plan în punctul de unde a fost colectată proba.

Planul de orizont, reprezintă proiecția orizontală a intersecției zăcămîntului cu un anumit plan, ce corespunde, în general, galeriilor direcționale de la același nivel. Acesta se întocmește la scara 1:2 000, 1:1 000, 1:500 sau 1:250.

Pentru fiecare orizont de explorare este necesar să se întocmească cîte un plan, pentru a putea reda detaliile referitoare la tipurile de roci și transformările acestora, conturul corpului de substanță minerală utilă, calitățile de substanță minerală utilă, dislocații etc. (fig. 114). Datele geologice culese din toate orizonturile se trec pe un *plan de ansamblu.*

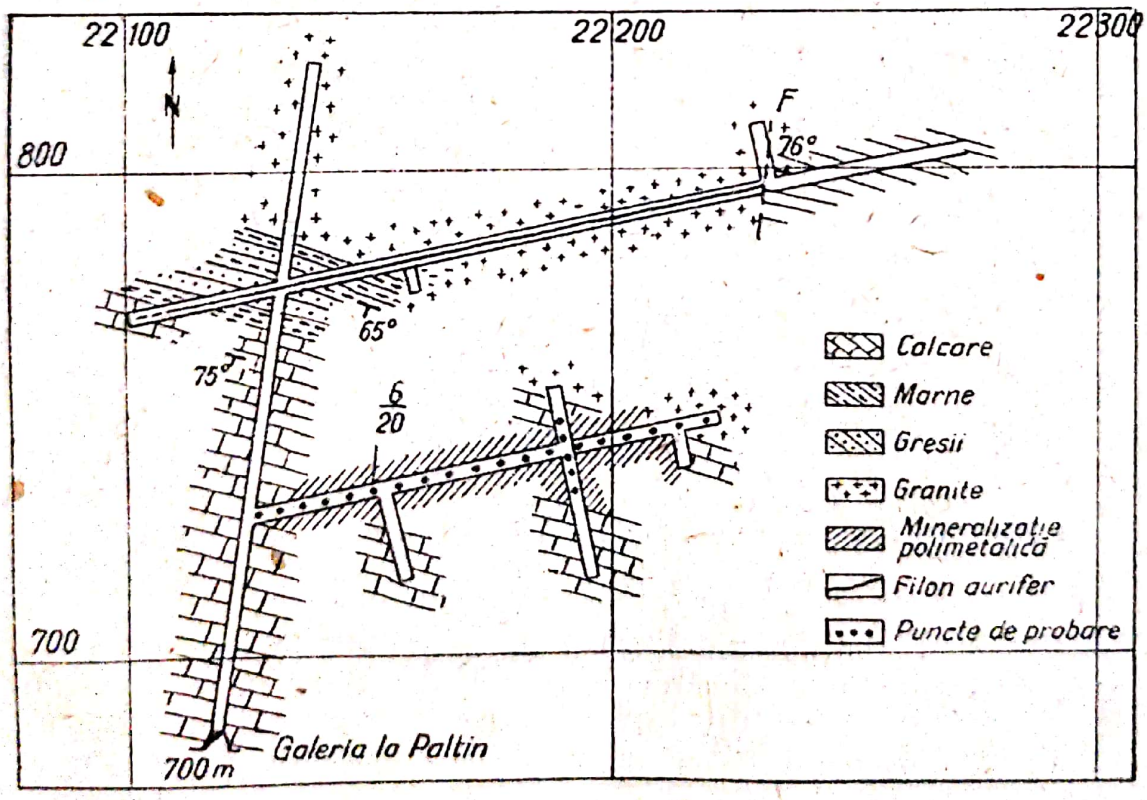


Fig. 114. Planul de orizont.

Cartarea galeriilor și transpunerea datelor pe planuri se face după indicațiile date la prospecțiunea prin galerii.

Rezultatul probării se trece direct pe plan sub formă de fracții ; la numărător se indică numărul probei, iar la numitor conținutul în componenți utili. Dacă planul apare prea încărcat, atunci rezultatele analizelor chimice se scriu într-o tabelă situată într-un colț al acestuia ; uneori se întocmesc planuri speciale de probare.

Planul hipsometric (harta structurală) se construiește prin trasarea unui sistem de linii de aceeași înălțime (izohipse), prin care se redă relieful culcușului și acoperișului zăcămîntului. Datele necesare alcătuirii planului se obțin din lucrările miniere verticale și din forajele utilizate la explorarea zăcămîntului.

Planul izogrosimilor redă variația grosimii zăcămîntului pe toată porțiunea exploatată. Acesta se întocmește prin trasarea unui sistem de linii de egală grosime, ale căror valori se obțin din lucrările verticale de explorare.

Planul cu proiecții constă din reprezentarea în proiecție a diferitelor secțiuni făcute prin corpul de substanță minerală utilă, cu ajutorul datelor obținute prin lucrările de prospecțiune și explorare. El oferă o imagine destul de clară a formei zăcămîntului.

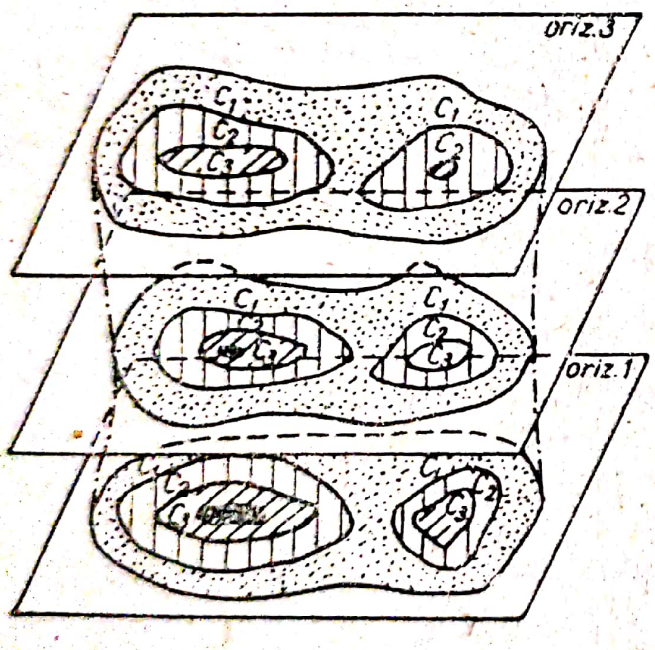


Fig. 115. Trasarea izoliniilor de conținut în componenți utili la trei orizonturi de explorare.

Planul izoliniilor de conținut în component util servește la orientarea în mod cît mai judicios a lucrărilor de explorare, deoarece pune în evidență zonele mai bogate și zonele mai sărace în anumiți componenți utili.

În acest caz se recomandă ca sistemul de izolinii să se traseze pe baza conținuturilor medii ale unor grupe de analize, pentru a elimina pe cît posibil efectele variațiilor locale ale conținuturilor elementare (fig. 115).

Scanned with OKEN Scanner

3) *Schițe și profile geologice ale lucrărilor miniere și ale sondelor.* O serie de date geologice de detaliu, obținute în timpul cartării în lucrările miniere și în timpul cercetării carotelor, vor fi redate sub formă de schițe sau profile, după indicațiile date de prospecțiunea prin lucrări miniere și foraje. Astfel, în lucrările miniere de explorare este necesar să se întocmească schițe ale frontului de lucru sau ale unor porțiuni din pereții lucrărilor respective. Dacă această reprezentare nu poate cuprinde toate detaliile, atunci se trece la rabatarea sau desfășurarea pereților lucrărilor miniere și la întocmirea profilului geologic.

La explorarea prin foraje se alcătuiesc profile în care se redă, cu multe detalii, succesiunea formațiilor traversate de sondă și ivirile de substanțe minerale utile.

În toate cazurile se va acorda o atenție deosebită paragenezelor din porțiunile cu diferite transformări, structurilor, texturilor și fisurilor din masa corpului de substanță minerală utilă, scoțînd în relief elementele caracteristice. Acolo unde structurile și texturile mineralului nu pot fi reprezentate grafic la scara respectivă, se fac schițe după eșantioane și după secțiuni lustruite sau subțiri.

4) *Bloc-diagrame și machete.* O imagine sintetică a structurii zăcămîntului explorat se obține prin bloc-diagrame. Pentru a pune în evidență cît mai multe detalii structurale se recomandă ca anumite porțiuni ale bloc-diagramei să fie secționate.

Structura zăcămîntului poate fi redată mult mai sugestiv prin confecționarea unor machete din lemn, argilă, gips, material plastic, celuloid, sticlă etc.

CAPITOLUL IV

CLASIFICAREA REZERVELOR DE SUBSTAȚE MINERALE UTILE

Dezvoltarea economiei naționale în cadrul unui stat socialist nu se poate face fără o planificare, iar aceasta, în domeniul industrial, nu este posibilă fără cunoașterea pe de o parte a *rezervelor de substanțe minerale utile* pregătite deja pentru exploatare și pe de altă parte, a rezervelor care trebuie încă pregătite pentru a fi introduse în exploatare.

Scanned with OKEN Scanner

În aceeași măsură este necesar ca să fie cunoscute condițiile geologice în care este posibilă descoperirea de noi rezerve de substanțe minerale utile.

Ansamblul tuturor lucrărilor geologice executate cu metode geologice, geofizice, geochimice, cu lucrări miniere și de foraj duce în final la descoperirea și pregătirea pentru exploatare a substanțelor minerale utile. La sfîrșitul fiecărei etape a lucrărilor geologice se face un *calcul al rezervelor*, calcul care constituie baza de plecare în planificare și orientarea rațională a lucrărilor geologice care vor urma sau în planificarea producției în procesul de exploatare. De aceea este necesar să se analizeze mai de aproape pe de o parte clasificarea rezervelor de substanțe minerale utile și pe de altă parte, modul de calcul al acestor rezerve.

Clasificarea și evidența rezervelor de substanțe minerale utile a fost pentru prima dată pusă în discuție, în mod științific pe plan internațional, la cel de al 17-lea Congres internațional de geologie ținut la Moscova în 1937. Plecînd de la rezervele de petrol și gaze, I. M. Gubkin a propus atunci un sistem de clasificare care a fost adoptat și extins pentru toate substanțele minerale utile[1].

De atunci încoace, acest sistem a mai fost îmbunătățit și adaptat cu mici modificări în funcție de condițiile de zăcămînt și de organizarea exploatării, explorării și prospecțiunii zăcămintelor de substanțe minerale utile în diferite țări, dar principiile fundamentale și categoriile principale în clasificarea rezervelor au rămas aceleași.

În clasificarea rezervelor de substanțe minerale utile se ține seama de următorii factori :

— condițiile tehnice de exploatare și valorificare a rezervelor de substanțe minerale utile ;

— gradul de cunoaștere al acestor rezerve.

După condițiile tehnice de exploatare și valorificare industrială, rezervele de substanțe minerale utile se clasifică, se calculează, se confirmă și se țin în evidență separat, pe următoarele două grupe : rezerve de bilanț și rezerve în afară de bilanț.

Rezervele de bilanț sînt rezervele care, la nivelul gradului de cunoaștere, îndeplinesc condițiile industriale și tehnice de exploatare pentru satisfacerea cerințelor economiei naționale. Aceste rezerve corespund din punct de vedere al

---

[1] I. M. Gubkin împarte rezervele de substanțe minerale utile în trei categorii : sigure, probabile, posibile.

Scanned with OKEN Scanner

calității, cantității și condițiilor de zăcămînt și pot fi exploatate în condițiile tehnicii actuale.

Din rezervele de bilanț se calculează și se țin în evidență separat *rezervele exploatabile* și cele *neexploatabile temporar*. Pentru substanțele minerale utile solide, rezervele exploatabile se calculează scăzînd din rezervele de bilanț, pe cele cuprinse în zonele interzise temporar exploatării, cum sînt pilierii (stîlpii) de protecție pentru diferite lucrări miniere, pilierii de la limita zonelor temporar inaccesibile din cauza apelor, surpăturilor etc. Rezervele exploatabile de petrol se calculează prin aplicarea factorului de recuperare.

Rezervele în afară de bilanț reprezintă rezervele a căror exploatare și prelucrare nu este rentabilă din cauza volumului redus de rezerve sau a slabei productivități a zăcămintelor, a grosimilor mici ale corpului de minereu, a conținutului scăzut în componenți utili și a condițiilor de exploatare și prelucrare complicate și neeconomice la nivelul tehnicii actuale. Aceste rezerve pot constitui însă obiective pentru industrie în viitor.

În această grupă intră, și se țin în evidență separat, rezervele de substanțe minerale solide cuprinse în pilierii de protecție pentru construcții industriale, căi ferate, șosele ape curgătoare sau stătătoare de la suprafață, așezări omenești etc.

În funcție de schimbarea condițiilor tehnice de exploatare sau de cerințele economiei naționale, rezervele din afară de bilanț pot trece în grupa rezervelor de bilanț.

În mod similar, în anumite situații, ca, de exemplu, atunci cînd se ajunge la limita de rentablitate a exploatării, rezervele de bilanț pot trece în afară de bilanț.

După gradul de cunoaștere și deci după gradul de pregătire pentru exploatare, rezervele de substanțe minerale utile, atît cele din grupa de bilanț, cît și cele în afară de bilanț, se clasifică în patru categorii : *A*, *B*, C_1, și C_2.

Încadrarea rezervelor în aceste categorii este condiționată de anumite elemente de cunoaștere și pregătire pentru exploatare.

În afara acestor patru categorii mai sînt și *rezerve de prognoză*, pentru aprecierea perspectivelor unor regiuni ; ele se conturează pe baza rezultatelor prospecțiunilor geologice și geofizice regionale. Calitatea substanței minerale utile se cunoaște informativ, prin folosirea aflorimentelor naturale.

Scanned with OKEN Scanner

Rezervele de prognoză se țin în evidență separat și nu se confirmă de Comisia Republicană de Rezerve (C.R.R.). Ele sînt utilizate la alcătuirea planurilor de perspectivă și la justificarea lucrărilor de prospecțiune de detaliu.

* * *

La orice zăcămînt de minereuri, de săruri, de minerale nemetalifere, de roci utile, de cărbuni și de petrol și gaze se pot calcula rezerve de diferite categorii. Aceasta este posibil deoarece gradul de cunoaștere al indicilor variază de la o porțiune de zăcămînt la alta, în funcție de complexitatea structurii respective și a repartiției componenților utili, ca și de volumul lucrărilor de explorare.

Fiecare categorie de rezerve este calculată, luînd în considerare un complex de indici caracteristici care exprimă în final gradul de cunoaștere. Acești indici sînt:

— Condiții de zăcămînt: forma, grosimea, structura corpului de substanță minerală utilă, proprietățile sale fizico-mecanice, adîncimea la care se găsește corpul respectiv, tectonica zăcămîntului, condiții hidro-geologice.

— Condiții de calitate: conținutul în componenți utili și dăunători, variația în compoziția chimică a substanței respective etc.

— Condiții tehnologice de preparare și prelucrare a substanței minerale utile respective.

— Condiții tehnico-miniere de exploatare.

Încadrarea rezervelor de substanță minerală utilă pe categorii este condiționată de un grad de cunoaștere egal pentru toți indicii de mai sus.

Zăcămintele de substanțe minerale utile grupate în mare, ca, de exemplu, zăcăminetele de minereuri, de săruri, de roci utile, de cărbuni și de petrol și gaze, se caracterizează în general prin indici specifici în ceea ce privește condițiile de zăcămînt de calitate, condițiile tehnico-miniere de exploatare și tehnologia de prelucrare și preparare.

Zăcămintele de substanțe minerale utile solide au totuși mai multe afinități între ele în ceea ce privește indicii menționați și din acest motiv, categoriile de rezerve vor fi prezentate în comun pentru toate substanțele minerale utile solide și separat pentru petrol și gaze.

Scanned with OKEN Scanner

1. Rezerve de substanțe minerale utile solide

Aceste substanțe (minereuri, săruri minerale nemetalifere, roci utile, cărbuni) se clasifică după gradul de cunoaștere, ținînd seama de indicii menționați, astfel :

Categoria A cuprinde rezervele explorate și studiate detaliat. Acestea se conturează în detaliu cu ajutorul lucrărilor miniere de explorare sau exploatare, a forajelor sau prin lucrări combinate.

Condițiile de zăcămînt, forma grosimea și structura corpului, compoziția mineralogică și variațiile acesteia sînt bine cunoscute. Conținuturile în componenți utili și dăunători, cu toate variațiile existente, proprietățile tehnologice ale substanței minerale utile și sorturile industriale, separate pe sectoare, sînt precizate în detaliu. Fluxul tehnologic de preparare și prelucrare este cunoscut la nivel industrial și semiindustrial. Conturul zonelor sterile și al celor cu conținuturi sub limită, ca și condițiile hidrogeologice și tehnico-miniere de exploatare sînt precizate în dealiu.

Ca elemente specifice pentru diferite substanțe minerale utile solide, merită menționate : cunoașterea grosimii intercalațiilor sterile și a posibilității de separare a lor în procesul de exploatare (săruri, roci utile, uneori și cărbuni), tectonica fisurilor (roci utile), gradul de tectonizare a stratelor sau lentilelor de cărbune și natura stratelor din culcuș și acoperiș etc.

Rezervele de categoria *A* servesc la alcătuirea planului de exploatare industrială, planificarea producției, a construcțiilor și la elaborarea proiectelor tehnice.

Categoria B cuprinde rezervele explorate și studiate la un nivel corespunzător cunoașterii principalelor caracteristici.

Rezervele se conturează prin foraje, lucrări miniere sau prin lucrări combinate ; la acestea se adaugă și rezervele cuprinse în zonele limitate de extrapolare, dacă grosimea corpului de substanță minerală utilă este constantă, iar repartiția componenților utili este uniformă. Condițiile de zăcămînt și compoziția mineralogică sînt suficient lămurite. Calitatea substanței minerale utile este suficient precizată pe baza conținuturilor în componenți utili și dăunători, a variațiilor acestora și a proprietăților tehnologice. Sorturile industriale sînt cunoscute dar fără a fi separate în spațiu. Fluxul tehnologic de preparare și prelucrare este studiat pe

Scanned with OKEN Scanner

scară de laborator sau semiindustrială. Condițiile hidrogeologice și tehnico-miniere de exploatare sînt cunoscute numai în linii generale. Cu același caracter general sînt cunoscute și elementele specifice pentru diferite substanțe minerale utile menționate mai sus, în cadrul categoriei *A*.

Rezervele de categoria B servesc la justificarea cheltuielilor necesare lucrărilor de deschidere și de pregătire a panourilor de exploatare, la elaborarea proiectelor tehnice și la finanțarea construcțiilor în cazul cînd fluxul tehnologic este cunoscut la scară semiindustrială. Dacă fluxul tehnologic este cunoscut numai pe baza determinărilor de laborator, atunci este necesară o aprobare specială pentru aprobarea proiectelor tehnice.

Categoria C_1 cuprinde rezerve explorate și studiate la un nivel de cunoștere în linii generale. Conturul lor se obține prin lucrări de explorare executate cu foraje, lucrări miniere sau lucrări combinate, precum și prin extrapolare pe baza datelor geologice și geofizice.

Condițiile de zăcămînt, compoziția mineralogică, sorturile industriale, conturul zonelor sterile și al celor cu conținuturi sub limită se cunosc numai în linii generale.

Conținuturile în componenți utili și dăunători și variațiile acestora sînt cunoscute numai informativ pe baza analizelor de laborator.

Pentru rocile utile, proprietățile și compoziția lor, sînt cunoscute numai în măsura potrivit căreia posibilitatea utilizării lor în scopul industrial propus este apreciată ca pozitivă. Condițiile hidrogeologice și tehnico-miniere de exploatare sînt precizate de asemenea numai informativ. Fluxul tehnologic de prelucrare este stabilit pe baza analizelor de laborator sau prin analogie cu zăcăminte similare cunoscute.

Rezervele de categoria C_1 servesc la planificarea și justificarea lucrărilor de explorare de detaliu, la planificarea de perspectivă a diferitelor ramuri sau intreprinderi industriale și în anumite cazuri, aprobate special, la întocmirea proiectelor tehnice.

Categoria C_2 cuprinde rezervele studiate și cunoscute în mod sumar. Conturul lor se trasează pe baza datelor furnizate de deschideri naturale, unele foraje sau lucrări miniere izolate precum și prin extrapolare pe baza datelor geologice, geofizice sau geochimice cu structuri sau formații geologice favorabile, plecînd de la suprafețele cu categorii de rezerve superioare. Condițiile de zăcămînt, extinderea corpului de

Scanned with OKEN Scanner

substanță minerală utilă, conținutul în componenți utili și dăunători sînt cunoscute din lucrările care au identificat substanța minerală utilă în cîteva puncte izolate sau prin analogie cu zonele învecinate.

Rezervele de categoria C_2 servesc la planificarea și justificarea lucrărilor de explorare preliminară.

2. Rezerve de petrol și gaze

Clasificarea rezervelor de petrol și gaze după gradul de cunoaștere, ține seama de următorii factori :

— cunoașterea condițiilor de zăcămînt și a variației proprietăților rocilor colectoare ;

— cunoașterea proprietăților fizice și chimice ale petrolului sau gazelor în condiții de suprafață și de zăcămînt ;

— cunoașterea productivității zăcămîntului, a regimului său și a condițiilor de exploatare rațională.

Categoria A cuprinde rezervele de petrol și gaze explorate în detaliu, pentru care sînt cunoscute în detaliu următoarele elemente :

— alcătuirea litologică a stratului productiv, grosimea sa, porozitatea, permeabilitatea și caracterul schimbărilor în proprietățile sale de colector ;

— saturația în petrol, gaze și apă ;

— saturația petrolului în gaze, valoarea presiunilor de strat și variațiile lor ;

— debitele inițiale și curente de petrol, gaze sau apă ;

— date asupra condițiilor hidrogeologice ale stratelor productive și asupra regimului de zăcămînt ;

— calitatea petrolului, gazelor și apei din zăcămînt ;

— conturul zonei petrolifere sau gazeifere și poziția contactului primar de apă-petrol sau apă-gaze.

Suprafața în cuprinsul căreia se calculează rezerve de categoria *A* este conturată de sondele cu debite industriale de petrol sau gaze.

Rezervele de categoria *A* servesc pentru planificarea extracției de petrol sau gaze, pentru planificarea forajului de exploatare și a construcțiilor industriale de șantier.

Categoria B cuprinde rezerve calculate pe suprafețe a căror capacitate petroliferă sau gazeiferă a fost demonstrată cu cel puțin două sonde productive și cu indicații favorabile în carote mecanice sau pe diagramele electrice, radioactive etc., ale altor sonde. Pentru această categorie se cer următoarele condiții îndeplinite :

Scanned with OKEN Scanner

— cunoașterea structurii generale a zăcămîntului ;

— cunoașterea alcătuirii litologice din studiul carotelor și a datelor geofizice, a proprietăților fizice ale orizontului productiv și a variației acestora ;

— obținerea unor debite industriale de petrol sau gaze din cel puțin două sonde de explorare situate în diferite părți ale structurii și a unor indicații favorabile în carote sau diagrafii, în alte sonde ;

— cunoașterea, pe baza probelor de producție la cele două sonde, a productivității orizontului descoperit (debit, presiune) și a regimului de zăcămînt (se apreciază și prin analogie cu sectoarele învecinate) ;

— cunoașterea calității petrolului sau gazelor pe baza analizelor de laborator ;

— conturul suprafeței cu rezerve de categoria *B* se stabilește în funcție de structura geologică a zăcămîntului: dacă structura este nefaliată sau slab faliată și alcătuirea litologică a colectorului este uniformă, conturul se trasează pe izobata corespunzătoare nivelului celui mai inferior al stratului din care s-a obținut producție ; în cazul structurilor geologice complicate, cu variații litologice bruște sau efilări ale colectorului, conturul se trasează prin izobatele sondelor productive și cu indicații favorabile în carote sau diagrafii.

În categoria *B* se pot repartiza și rezervele din zăcămintele cu structură geologică complicată și cu variații mari a proprietăților fizico-litologice, care pe baza datelor de explorare nu au putut fi încadrate în categoria *A*.

Tot în categoria *B* se repartizează și rezervele corespunzătoare zonei exterioare conturului *A*, extrapolată pînă la izobata nivelului cel mai inferior al orizontului petrolifer sau gazeifer.

Rezervele din categoria *B* servesc pentru planificarea volumului forajului de explorare integrală (de conturare), pentru proiectarea construcțiilor de șantier și pentru planificarea investițiilor.

În cazuri cu totul speciale, pentru zăcămintele caracterizate prin rezerve mici sau cu structură geologică foarte complicată, ele pot servi și ca bază pentru planificarea extracției de petrol sau gaze. Împreună cu rezervele din categoria *A*, ele constituie *rezervele industriale*.

Categoria C_1 cuprinde rezerve din suprafețe noi sau din orizonturi noi pe suprafețe deja în exploatare, cu condiția ca să se fi obținut debit industrial de petrol sau gaze la cel puțin una din sonde.

Scanned with OKEN Scanner

Se repartizează de asemenea la această categorie rezervele extrapolate în extinderea suprafeţii cu rezerve *B*, precum şi rezervele din orizonturile cu indicaţii favorabile în carote sau diagrame, situate între alte orizonturi din care s-au obţinut debite industriale prin cel puţin două sonde.

Structura geologică, secţiunea stratigrafică şi elementele tectonice principale sînt cunoscute pe baza lucrărilor de prospecţiune. Proprietăţile colectorului şi parametrii de calcul pentru rezervele de categoria C_1 sînt cunoscuţi din sondele izolat săpate sau se iau prin analogie cu zăcămintele învecinate explorate în detaliu.

Conturul suprafeţei în care se calculează rezerve C_1 se trasează după izobate, prin analogie cu zăcămintele învecinate deja explorate, ţinînd seama de forma şi dimensiunile structurii geologice rezultate din activitatea de prospecţiune. Ele servesc pentru planificarea lucrărilor de explorare şi pentru determinarea volumului de investiţii destinate acestui scop. Dacă pe aceiaşi structură sînt determinate şi rezerve industriale, atunci rezervele C_1 servesc, împreună cu primele, la planificarea volumului investiţiilor principale destinate construcţiilor de şantier.

Categoria C_2 cuprinde rezervele ce se pot obţine în diferite orizonturi cu perspectivă, situate pe structuri noi în interiorul provinciilor petrolifere sau gazeifere, sau în provincii noi pentru care se cunosc date care să arate existenţa condiţiilor favorabile acumulării în cantităţi industriale a petrolului sau gazelor.

Productivitatea acestor orizonturi se apreciază prin analogie cu orizonturi similare, ţinîndu-se seama în primul rînd de rezultatele obţinute prin lucrările geologice şi geofizice executate în prealabil.

În categoria C_2 intră şi rezervele presupuse în strate colectoare a căror existenţă este cunoscută sub orizontul deja productiv şi pentru care nu s-au realizat condiţiile cerute în difiniţia rezervelor C_1.

Rezervele de categoria C_2 se mai numesc şi *rezerve posibile* şi servesc pentru planificarea lucrărilor de explorare preliminară şi pentru determinarea investiţiilor necesare în acest scop.

Nu se calculează rezerve C_2 în grupa rezervelor în afară de bilanţ.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL V

CALCULUL REZERVELOR

Calculul rezervelor este o operație prin care se determină, cu un oarecare grad de precizie, cantitatea de substanță minerală utilă și de component util din zăcământul explorat. Precizia calculelor este în funcție de gradul de cunoaștere a zăcământului explorat.

Calculul rezervelor se efectuează pentru întreaga cantitate de substanță minerală utilă aflată în zăcământ, fără a lua în considerare pierderile din timpul exploatării, diluările, îmbogățirile, blocările în pilierii (stîlpii) de protecție, etc. Rezervele se calculează separat pentru fiecare substanță și componenți utili pe categorii, ajungîndu-se în final la o repartiție a diferitelor cantități pe sorturi și sectoare. La repartiția pe sorturi se ia în considerare conținutul în componenți utili și dăunători, compoziția mineralogică și caracteristicile tehnologice ale substanței minerale utile.

Determinarea cantității de substanță minerală utilă și de componenți utili din porțiunea de zăcământ explorată impune cunoașterea principalilor parametri folosiți în calcul și a metodelor celor mai raționale prin care se efectuează calculul.

A. DETERMINAREA PARAMETRILOR

Calculul rezervelor de substanțe minerale utile și de componenți utili se efectuează pentru fiecare zăcământ și pentru fiecare categorie de rezervă.

Aplicarea diferitelor formule de calcul necesită cunoașterea prealabilă a anumitor parametri, al căror număr depinde de starea fizică a substanțelor minerale utile respective și de unitatea de măsură folosită în calcul.

Pentru calculul rezervelor de *substanțe minerale utile solide* (Q) și de componenți utili (P) se folosește metoda volumetrică cu formulele :

$$Q = S \cdot g \cdot d \quad \text{și} \quad P = Q \cdot c$$

în care :

S este suprafața zăcământului, în m^2 ;
g — grosimea medie a zăcământului, în m ;
d — greutatea volumetrică ;
c — conținutul mediu în componenți utili, în %.

În cazul rocilor de construcție nu se mai introduce în formulă parametrul d.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru calculul *rezervelor de petrol*, formula folosită în metoda volumetrică este următoarea :

$$Q_t = S \cdot g \cdot \frac{1}{p} \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{b} \cdot \gamma \; ;^{1)}$$

în care :

Q_t este cantitatea de petrol recuperabilă, exprimată în t ;
S — suprafața petroliferă în proiecție orizontală, în m^2;
g — grosimea medie a stratelor impregnate cu petrol, în m ;
p — porozitatea medie a stratelor colectoare, exprimată sub formă de fracție zecimală ;
s — saturația medie în petrol ;
b — factorul de reducere în volum al petrolului în condiții de suprafață, prin degajarea hidrocarburilor gazoase dizolvate ;
γ — greutatea specifică a petrolului, în t/m^3.

Pentru calculul *rezervelor de gaze naturale* se folosește formula :

$$V = S \cdot g \cdot \frac{1}{p} \cdot (1 - sa) \cdot \frac{P_1 \cdot T_2}{P_2 \cdot T_1} \cdot \frac{1}{z}\,^{1)},$$

în care :

V este volumul recuperabil de gaze, în m^3 ;
S — suprafața gazeiferă în proiecție orizontală, în m^2 ;
g — grosimea aparentă medie a stratelor impregnate cu gaze, în m ;
p — porozitatea medie a stratelor colectoare, în fracție zecimală ;
sa — saturația medie în apă interstițială a stratelor gazeifere, în fracție zecimală ;
P_1 — presiunea inițială a zăcămîntului, în at ;
P_2 — presiunea finală de exploatare, în at ;
T_1 — temperatura absolută a zăcămîntului, în grade centigrade ;
z — coeficientul de compresibilitate al gazelor la presiunea P_1 și temperatura T_1 (factorul de abatere de la legea lui Boyle-Mariotte) ;
T_2 — temperatura absolută normală la suprafață, în grade de centigrade.

---

[1] Pentru calcularea rezervelor exploatabile de petrol și gaze, în formulele de mai sus se introduce și coeficientul n (în fracție zecimală), care reprezintă factorul de recuperare.

Scanned with OKEN Scanner

Formula de mai sus se aplică pentru calculul rezervelor de gaze libere (gazele din zăcămintele de gaze și cele din gaz-capul zăcămintelor de petrol).

Pentru gazele dezvoltate în petrol, rezervele totale respective de gaze se obțin prin înmulțirea cifrei care reprezintă rezerva de petrol (tone) cu rația de soluție (cantitatea de gaze dizolvate într-o tonă de petrol).

Metodele volumetrice de determinare a rezervelor de substanțe minerale utile se pot aplica pentru fiecare din categoriile de rezerve, separate în funcție de gradul de cunoaștere (A, B, C_1 și C_2). Este ușor de înțeles că precizia calculului depinde de cunoașterea cît mai exactă a parametrilor utilizați în calcul, cu alte cuvinte că cifrele care reprezintă rezervele din categoria A și B sînt cifrele care exprimă cel mai aproape de realitate cantitatea de substanțe minerale utile pe care se poate conta în procesul de exploatare și de valorificare industrială. De aici și denumirea de rezerve industriale pentru aceste două categorii. Calculul de rezerve pe categorii, începînd cu cele inferioare și terminînd cu cele de categorie superioară, este necesar, deoarece, așa cum s-a arătat, fiecare categorie are o importanță deosebită în planificarea lucrărilor din etapele de prospecțiune și explorare, premergătoare activității de extracție.

Rezervele de substanțe minerale utile se exprimă în unități de greutate sau de volum și anume: în tone (petrol, cărbuni, minereuri, minerale nemetalifere, sare), în milioane m^3 (gaze naturale), în mii m^3 (roci de construcție, zăcăminte detritice) și în kilograme (metale nobile, rare și disperse).

Valorile parametrilor folosiți în formulele de determinare a rezervelor de substanțe minerale utile prin metode volumetrice se determină în diferite etape ale lucrărilor geologice și pe diferite căi: măsurători directe în lucrările de teren și laborator, măsurători pe hărți, secțiuni și diagrame sau calcul. În anumite situații, cînd lucrările geologice sînt puțin avansate, se folosesc valorile cunoscute în regiunile în exploatare învecinate, cu structură geologică similară.

1. Parametrii necesari în calculul rezervelor de substanțe minerale, utile, solide

a. **Suprafața zăcămîntului.** În vederea determinării suprafeței unui zăcămînt se impune ca, în prealabil, să se contureze porțiunea explorată și apoi, în cuprinsul acesteia, sec-

Scanned with OKEN Scanner

toarele cu diferite sorturi de minereu. Rezultatele obținute prin determinarea suprafeței unui zăcămînt explorat se exprimă în metri pătrați.

1) *Delimitarea suprafeței.* Suprafața de calcul a unui zăcămînt explorat se delimitează (conturează) direct pe planuri, în cazul cînd înclinarea corpurilor de substanțe minerale utile este mică sau medie, și cu ajutorul profilelor longitudinale, pentru corpurile cu înclinare mare.

La delimitarea pe planuri a suprafețelor de calcul se trasează, în toate cazurile, un *contur interior* și un *contur exterior*; porțiunea dintre linia conturului interior și linia conturului exterior se numește *zona dintre conture* (zona extrapolată).

Conturul interior se obține prin unirea punctelor periferice de intersecție a lucrărilor de explorare cu zăcămîntul. Pentru trasarea conturului interior se consideră că grosimea și conținutul în componenți utili variază liniar de la un punct de explorare la alt punct de explorare.

Conturul exterior se trasează fie prin *extrapolare limitată*, fie prin *extrapolare nelimitată*, începînd de la ultimele lucrări care au intersectat zăcămîntul.

Extrapolarea limitată se folosește atunci cînd în afara conturului interior există lucrări de explorare care să indice dispariția zăcămîntului. Pentru trasarea conturului exterior în condițiile extrapolării limitate se folosește *procedeul înjumătățirii distanțelor* sau *procedeul unghiului mediu de efilare*.

Procedeul înjumătățirii distanțelor constă din trasarea conturului exterior la jumătatea distanței dintre lucrările de explorare de pe linia conturului interior și lucrările de explorare care n-au intersectat zăcămîntul, situate în afara conturului interior (fig. 116).

În general, prin acest procedeu nu se obține poziția exactă a liniei conturului exterior, deoarece se neglijează variația grosimii zăcămîntului în punctele de pe conturul interior. În zona dintre cele două contururi se calculează numai rezerve de categorii inferioare, poziția exactă a liniei conturului exterior nu mai prezintă o problemă esențială.

Procedeul unghiului mediu de efilare permite trasarea destul de exactă a conturului exterior, deoarece în construcțiile grafice se ia în considerare variația grosimii zăcămîntului de pe linia conturului interior.

Scanned with OKEN Scanner

Acest procedeu impune ca în prealabil să se determine unghiul mediu de efilare, cu ajutorul căruia se precizează poziția punctelor prin care va trece linia conturului exterior.

Pentru a obține unghiul mediu de efilare se determină grosimea medie a zăcămîntului g, folosind rezultatele lucrărilor de explorare situate pe conturul interior. Se măsoară

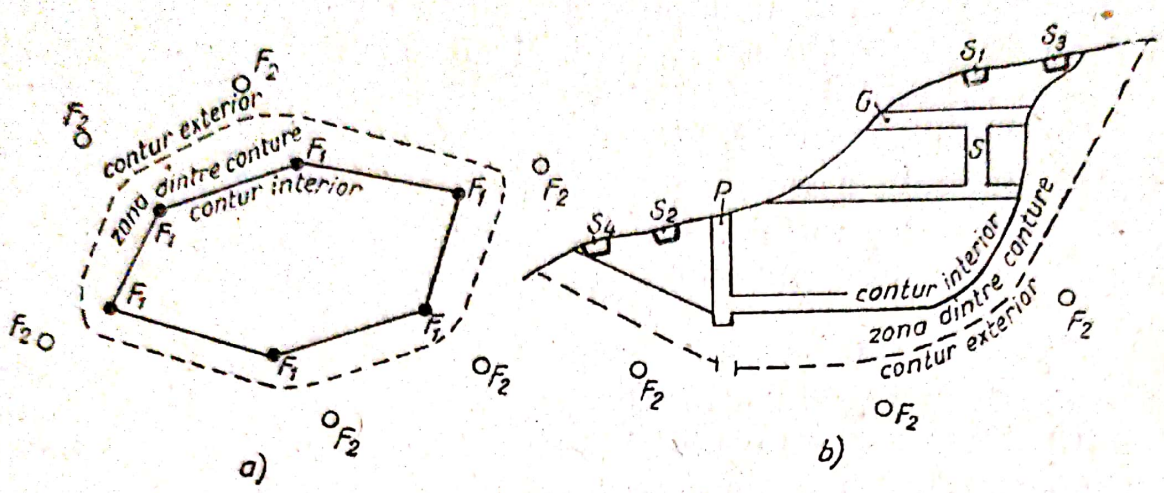


Fig. 116. Trasarea conturului exterior prin procedeul înjumătățirii distanțelor :

a — după rezultatele forajelor ; *b* — după rezultatele lucrărilor miniere ; *G* — galerie ; *S* — suitoare S_1, S_2, S_3, S_4 — șanțuri ; *P* — puț ; F_1 — foraje care au întîlnit zăcămîntul ; F_2 — foraje care nu au întîlnit zăcămîntul.

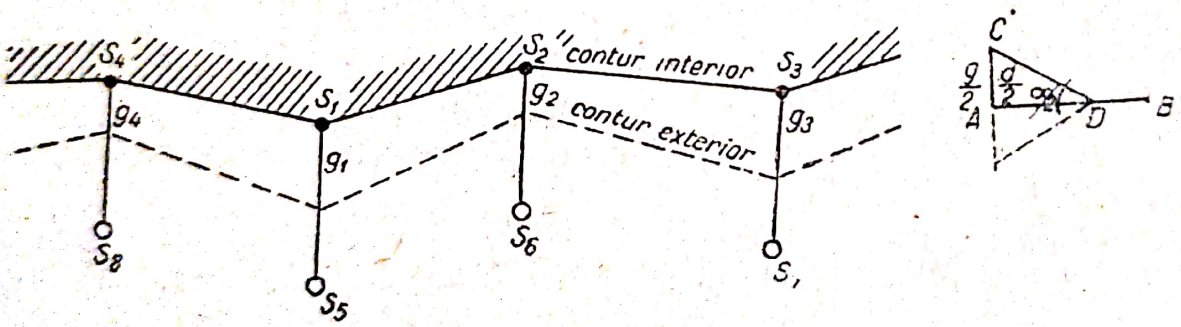


Fig. 117. Trasarea conturului exterior prin procedeul unghiului mediu de efilare.

apoi, distanța dintre lucrările de explorare amplasate pe conturul interior și lucrările de explorare cele mai apropiate situate în afara acestui contur (fig. 117). La o anumită scară se reprezintă această distanță medie sub forma unui segment de dreaptă *AB*, iar pe una din extremitățile acesteia se duce o perpendiculară de valoare $\frac{g}{2}$ adică *AC*. Dacă se unește punctul *C* cu mijlocul segmentului orizontal, punctul *D*, se obține unghiul mediu de efilare $\alpha/2$.

Poziția punctelor prin care va trece conturul exterior se determină cu formula următoare :

$$R = \frac{g'}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$$

în care : R este distanța de la lucrarea de explorare situată pe conturul interior, pînă la punctul de pe conturul exterior ;

g' — grosimea zăcămîntului în punctul respectiv ;

$\frac{\alpha}{2}$ — unghiul mediu de efilare.

Extrapolarea nelimitată se folosește în cazul cînd în afara conturului interior nu se găsește nici o lucrare de explorare. Trasarea conturului exterior în condițiile extrapolării nelimitate se face prin procedee *geologice, morfologice* și *formale.*

Dintre acestea, *procedeele geologice* sînt cele mai indicate, ele fiind bazate pe rezultatele obținute în urma unui studiu amănunțit al corpului de substanță minerală utilă. În astfel de condiții de extrapolare, poziția conturului exterior poate coincide, la zăcămintele epigenetice, cu linia de dispariție a structurilor favorabile acumulărilor de substanțe minerale utile, iar la zăcămintele singenetice, cu limita schimbării faciesurilor. Faliile și liniile de încălecare pot fi considerate ca limite ale conturului exterior, pentru ambele grupe de zăcăminte.

Astfel de indicații, privind poziția conturului exterior, se obțin numai în urma unui studiu amănunțit al corpului de substanță minerală utilă, deoarece fiecare zăcămînt ce se explorează prezintă anumite particularități.

La *procedeele morfologice* se recurge în cazul cînd grosimea zăcămîntului descrește treptat către părțile sale periferice. În aceste condiții de extrapolare se construiesc anumite profile geologice în porțiunea explorată a zăcămîntului și se prelungesc limitele de pe linia conturului interior pînă la intersecția lor. Prin unirea punctelor de intersecție de pe mai multe profile dispuse în serie rezultă conturul exterior.

Uneori se poate trasa în afara conturului interior un sistem de izolinii de grosime, iar izolinia zero va reprezenta conturul exterior.

Scanned with OKEN Scanner

Procedeele formale sînt întrebuințate atunci cînd nu există date, privind extinderea în suprafață sau în adîncime a zăcămîntului și, ca atare, procedeele geologice sau morfologice nu pot fi aplicate.

În acest caz există următoarele posibilități de trasare a conturului exterior :

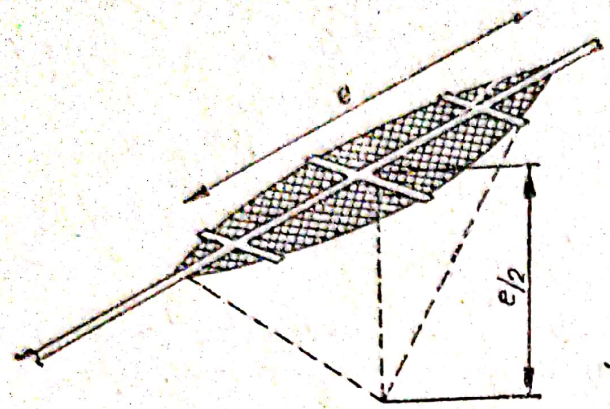


Fig. 118. Contur exterior de formă triunghiulară.

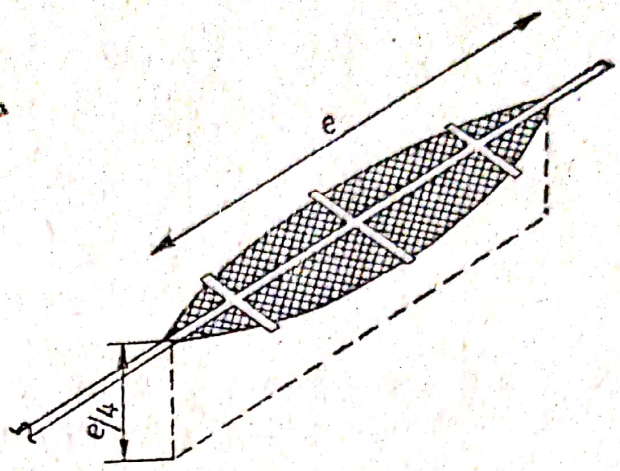


Fig. 119. Contur exterior de formă dreptunghiulară.

— conturul exterior se trasează paralel cu conturul interior la o distanță egală cu distanța medie sau cu jumătatea distanței dintre lucrările de explorare ;

— conturul exterior se trasează la o distanță egală cu unul, două sau trei orizonturi de exploatare ;

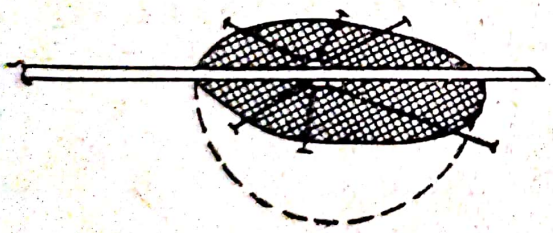


Fig. 120. Contur exterior de forma unei emisfere.

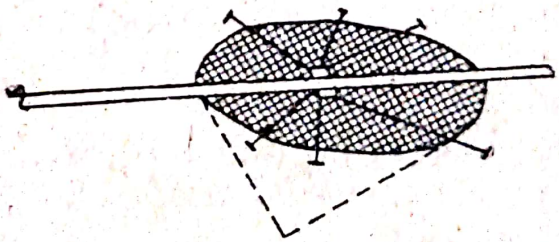


Fig. 121. Contur exterior de forma unui con.

— conturul exterior se trasează după regula lui Hoover, conform căreia el are forma unui triunghi cu înălțimea egală cu jumătate din lungimea e a zăcămîntului (fig. 118) ;

— conturul exterior va avea o formă dreptunghiulară și se trasează paralel cu conturul interior, la o distanță egală cu o pătrime din lungimea zăcămîntului (fig. 119) ; aceasta este de fapt o variantă a regulii lui Hoover ;

— conturul exterior se construiește în formă de emisferă (fig. 120) sau de con (fig. 121), cu baza pe conturul interior,

Scanned with OKEN Scanner

la care raza respectiv înălțimea va fi egală cu jumătate din lățimea medie; acest procedeu este utilizat mai mult pentru zăcămintele izometrice.

Pentru trasarea conturului exterior vor fi folosite procedeele cele mai raționale, prin care se asigură precizia necesară calculului rezervelor și obținerea unor construcții cît mai simple și într-un timp foarte scurt. În general, este indicată extrapolarea limitată și anume procedeul înjumătățirii distanțelor care oferă rezultate destul de apropiate de acelea obținute prin procedeul unghiului mediu de efilare.

În condițiile extrapolării nelimitate sînt recomandabile în special procedeele geologice și chiar cele morfologice.

2) *Determinarea suprafeței.* Suprafețele delimitate prin trasarea conturului interior și exterior, ca și cele corespunzătoare zonelor industriale și neindustriale și zonelor cu diferite sorturi de substanță minerală utilă, se determină cu ajutorul planimetrului, curbimetrului și transparentului, abacei sau prin calcul geometric.

În general, planimetrul se folosește atunci cînd suprafața respectivă este conturată prin linii curbe. Fiecare suprafață se măsoară de două ori și dacă diferența dintre valorile obținute nu depășește 5%, atunci se va lua media acestora. Dacă diferența este mai mare de 5%, măsurătorile se repetă pînă se obțin rezultate acceptabile.

Suprafețele cu un contur curbiliniu pot fi măsurate și cu ajutorul curbimetrului și a transparentului. Pentru măsurarea suprafețelor mari se folosește uneori abaca, care dă de asemenea rezultate satisfăcătoare. Determinările se fac de 2—3 ori, suprapunînd abaca în diferite poziții, iar în calcul se folosește media acestor valori.

În cazul cînd suprafețele sînt conturate prin linii drepte și pot fi descompuse în forme geometrice simple, rezultate bune se obțin prin calcul. Suprafața poligonului respectiv se împarte în triunghiuri, dreptunghiuri sau trapeze și se aplică formulele geometrice corespunzătoare. Suprafața totală rezultă prin însumarea suprafețelor formelor geometrice elementare.

b. **Grosimea medie a zăcămîntului.** Grosimea medie a zăcămîntului se obține fie prin media aritmetică, fie prin media ponderată.

Media aritmetică se folosește în cazul cînd punctele de măsurare a grosimii sînt distribuite destul de uniform și cînd nu există variații continui și uniforme de grosime.

Scanned with OKEN Scanner

Media ponderată se recomandă atunci cînd măsurarea grosimii s-a făcut la distanțe neegale și cînd există o variație continuă și uniformă de grosime. Ponderarea grosimii se face în raport cu lungimea de influență a punctelor de măsurare. Această lungime de influență este egală cu suma jumătăților distanțelor dintre un punct oarecare de măsurare și punctele vecine în care s-au efectuat măsurători.

Dacă media ponderată se face în raport cu lungimea de influență a punctelor de măsurare a grosimii, se obține grosimea medie pe o latură a unui bloc. Ponderarea pe lungimea lucrărilor va da grosimea medie a unui bloc, ca, de exemplu :

$$g = \frac{g_1 l_1 + g_2 l_2 + g_3 l_3 + g_4 l_4}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4}$$

în care : g este grosimea medie a blocului de **calcul ;**

g_1, g_2, g_3, g_4 — grosimile medii pe laturile blocului de calcul ;

l_1, l_2, l_3, l_4 — lungimea lucrărilor ce delimitează blocul de calcul.

Grosimea medie a zăcămîntului explorat rezultă din grosimile medii ale blocurilor respective.

În afară de grosimea medie se mai recomandă și determinarea *grosimii minime de calcul a rezervelor de bilanț și a grosimii minime de calcul.*

Prin grosimea minimă de calcul a rezervelor de bilanț se înțelegea acea valoare limită a grosimii zăcămîntului care separă rezervele de bilanț de cele în afară de bilanț. Ea se determină luînd în considerare calitatea substanței minerale utile, înclinarea zăcămintelor, adîncimea, metoda de exploatare posibilă, necesitățile economiei naționale etc.

Grosimea minimă de calcul reprezintă valoarea limită inferioară a grosimii zăcămîntului sub care nu se mai calculează mici rezerve în afară de bilanț.

Pentru filoanele auro-argentifere cu frecvențe ocurențe de aur vizibil, calcularea celor două tipuri de grosimi în practică nu se mai efectuează, deoarece filoanele respective, indiferent de grosime, se exploatează și ca atare rezervele se încadrează la grupa de bilanț.

Produsul dintre grosime și conținutul în componenți utili recuperabili se numește *„puterea corpului de minereu"* care se exprimă în metri procente (m %). Utilizarea acestei noțiuni este importantă la stabilirea grosimii minime de calcul a

Scanned with OKEN Scanner

rezervelor de bilanț și a grosimii minime de calcul. De cele mai multe ori, ea este folosită în cazul zăcămintelor cu grosimi mai mici decît *grosimea minimă de lucru.*

c. **Greutatea volumetrică.** Determinarea greutății volumetrice se face pe teren și în laborator, pentru fiecare zăcămînt și pentru fiecare sort de substanță minerală utilă în parte. Probele pe care se execută încercările respective trebuie să fie reprezentative și proporționale cu cantitatea fiecărui sort ; în general sînt necesare 10—30 determinări pe sort de substanță minerală utilă.

Pe teren se folosește *metoda globală*, care este foarte indicată pentru minereurile cu texturi scoriacee, cavernoase și pentru cele friabile ; ea se practică și ca mijloc de control pentru metodele hidrostatice de laborator, deoarece valorile obținute sînt mult mai caracteristice.

Metoda globală constă din extragerea întregului material care provine de pe 2—3 m de înaintare de galerie. Raportul dintre greutatea materialului extras și volumul acestei excavații va da greutatea volumetrică. În cazul explorării prin foraje, greutatea volumetrică se determină prin calcularea volumului de carotă extrasă și cîntărirea acestuia.

În laborator se folosesc *metode hidrostatice*, ca, de exemplu : cîntărirea probelor de substanță minerală utilă în aer și în apă sau cîntărirea probelor de substanță minerală utilă și măsurarea volumului acestora într-un vas gradat.

Metodele hidrostatice sînt folosite în general la determinarea greutății volumetrice a minereurilor compacte. Pentru minereurile care au numeroase fisuri și goluri se aplică unele corecții. Determinările se fac pe probe parafinate, pentru a evita denaturarea rezultatelor.

Pe lîngă greutatea volumetrică mai este necesar să se facă determinări de umiditate pentru diferite puncte din zăcămînt în vederea calculării coeficientului de corecție. În general, încercările de umiditate se execută pe 30—50% din numărul total de probe chimice. Ele se pot efectua nu numai pe probele chimice, ci și pe cele mineralogice sau pe cele colectate pentru determinarea greutății volumetrice.

d. **Conținutul mediu în componenți utili.** Determinarea conținutului mediu în componenți utili se bazează pe rezultatele analizelor chimice. Legat de acest calcul se ridică problema verificării determinării corecte a conținutului în componenți utili și a depistării probelor excepționale printre acelea cu conținuturi normale, pentru a evita denaturarea rezultatelor.

Scanned with OKEN Scanner

Verificarea determinării conținutului în componenți utili. Pentru a avea certitudinea că analizele chimice au fost executate corect, adică erorile sînt cuprinse între limitele admisibile pentru diferiți componenți, se efectuează temporar analize de *control intern* și *extern*.

Controlul intern se face în laboratorul unde se analizează în mod obișnuit probele și se pun în evidență erorile accidentale. Controlul extern se efectuează într-un alt laborator și poate surprinde erorile sistematice. Pentru controlul intern este indicat să se dea la analiză din fiecare sort de minereu, cel puțin 10—15 probe pe trimestru, iar pentru controlul extern, minimum 30 probe.

Rezultatele analizelor chimice de control se compară cu acelea obișnuite, pentru a scoate în relief mărimea erorilor. Dacă erorile accidentale depășesc limita admisă, atunci rezultatele analizelor obișnuite din grupul respectiv nu mai pot fi folosite în calculul conținutului mediu. De asemenea, existența unor erori sistematice într-o serie de analize determină ca efectuarea calculului de rezerve să nu se mai poată face pentru categoria *A* și *B*. În aceste cazuri se pot folosi niște coeficienți de corecție, numai dacă au fost stabilite proprietățile tehnologice ale minereului și dacă conținutul în componenți utili este mai mare decît conținutul mediu minim, cu cel puțin valoarea erorii sistematice.

Cazul probelor excepționale. În unele cazuri, printre probele cu conținuturi normale în componenți utili, se întîlnesc și probe cu conținuturi foarte ridicate în componenți utili, ce depășesc cu mult valorile obișnuite. Acestea sînt considerate probe excepționale și sînt caracteristice zăcămintelor cu o repartiție neuniformă, foarte neuniformă și extrem de neuniformă a componenților utili.

Pentru ca o probă să fie considerată excepțională, conținutul acesteia în componenți utili trebuie să fie de cîteva ori mai mare decît conținutul mediu al seriei respective de probe, așa după cum se arată în tabela 10.

Pentru probele considerate excepționale se recomandă reanalizarea lor și dacă se obțin valori normale, ele pot fi introduse în calculul conținutului mediu. În cazul cînd analiza de control confirmă valoarea ridicată a probei considerată excepțională, atunci va fi necesar să se colecteze o altă probă din punctul respectiv. Dacă noile analize chimice indică valori normale, acestea se introduc în calculul conținutului mediu, iar dacă se obțin din nou valori ridicate, caracteristice probelor excepționale, acestea nu vor fi introduse în calcul,

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 10

Conținutul în componenți utili pentru probele excepționale

Caracterul repartiției componenților utili	Coeficientul de variație a componenților utili %	Zăcăminte caracteristice	De cîte ori conținutul trebuie să fie mai mare decît conținutul mediu pentru ca o probă să fie excepțională
uniform	40	Zăcăminte sedimentare și metamorfice	4 — 5
neuniform	40 — 100	Majoritatea zăcămintelor neferoase	8 — 10
foarte neuniform	100 — 150	Majoritatea zăcămintelor de metale rare și aur	12 — 15
extrem de neuniform	150	Unele zăcăminte de metale rare și de aur	15

ci vor fi înlocuite prin valorile conținutului în component util determinate în una din situațiile: conținutul mediu calculat fără proba excepțională; conținutul maxim obținut la instalațiile de preparare; conținutul mediu determinat pentru 5—10 analize situate de o parte și de alta a probei excepționale; valoarea obținută prin reducerea de două ori a conținutului probei excepționale etc.

Conținutul mediu în componenți utili după datele probării în lucrările miniere. Determinarea conținutului mediu în componenți utili se poate face prin media aritmetică sau prin media ponderată.

Pentru calculul conținutului mediu prin media aritmetică se utilizează următoarea formulă:

$$c = \frac{c_1 + c_2 \ldots + c_n}{n},$$

în care:

c este conținutul mediu în componenți utili;

$c_1, c_2, \ldots c_n$ — conținuturile în componenți utili ale probelor respective;

n — numărul probelor.

Media ponderată se execută în cazul cînd se constată o anumită relație între grosime și conținut, folosindu-se formula:

$$c = \frac{c_1 g_1 + c_2 g_2 + \ldots + c_n g_n}{g_1 + g_2 + \ldots + g_n},$$

în care:

$g_1, g_2, \ldots g_n$ este grosimea zăcămîntului (lungimea brazdei) în punctul de probare.

Dacă probele au fost colectate pe secțiuni, calculul conținutului mediu se face prin ponderarea conținuturilor în raport cu lungimea secțiunilor, utilizînd formula :

$$c = \frac{c_1 l_1 + c_2 l_2 + \ldots + c_n l_n}{l_1 + l_2 + \ldots + l_n}$$

în care l_1, $l_2 \ldots l_n$ reprezintă lungimea secțiunilor.

Media ponderată se folosește și în cazul cînd numărul probelor este redus și acestea sînt distribuite destul de neuniform în panoul de calcul sau cînd apar variații însemnate a conținutului în componenți utili. Ponderarea conținuturilor în raport cu lungimea de influență a probelor situate la distanțe neegale nu este prea indicată, din cauza distribuției neuniforme a mineralizației.

Inițial, conținuturile medii se determină pe lucrări, folosind media aritmetică sau media ponderată, și ulterior pe suprafețe, cînd ponderarea se face în raport cu lungimea lucrărilor. În continuare, conținutul mediu se calculează pe panouri sau pe blocuri și apoi pe categorii de rezerve. La calculul conținutului mediu pe panou, ponderarea se face în raport cu mărimea suprafețelor, iar calculul conținutului mediu pe categorii de rezerve, ponderarea se execută în raport cu volumul rezervelor din panouri sau blocuri.

Conținutul mediu după datele probării la foraje. Pentru determinarea conținutului mediu, bazat pe rezultatele analizelor chimice a probelor de la foraje, se folosește atît media artimetică, cît și media ponderată. În cazul forajului cu carotaj mecanic continuu, cînd recuperarea carotei este scăzută și are loc o pierdere totală sau parțială a fluidului de circulație, conținutul mediu c se stabilește cu ajutorul formulei :

$$c = \frac{c' + c''}{2}$$

în care :

$$c' = \frac{c_1 l_1 + c_2 l_2 + \ldots + c_n l_n}{l_1 + l_2 + \ldots + l_n}$$

$$c'' = \frac{c_1 l'_1 + c_2 l'_2 + \ldots + c_n l'_n}{l'_1 + l'_2 + \ldots + l'_n}$$

c' — conținutul mediu al carotelor calculat proporțional cu lungimea de avansare a sondei ;

c'' — conținutul mediu al probelor calculat proporțional cu lungimea reală a carotelor extrase ;

Scanned with OKEN Scanner

$c_1, c_2 \ldots c_n$ — conținutul în componenți utili al carotelor extrase de pe diferite porțiuni de avansare a sondei ;

$l_1, l_2 \ldots l_n$ — lungimile de avansare a sondei ;

$l'_1, l'_2 \ldots l'_n$ — lungimile carotelor de pe porțiunile respective.

Dacă recuperarea carotei este completă (100%), conținutul mediu c' se determină prin ponderarea conținuturilor în componenți utili în raport cu lungimea de avansare a sondei, utilizînd formula dată mai sus.

Calculul conținutului mediu pe baza rezultatelor analizelor chimice a probelor de carotă și de noroi de foraj se execută prin ponderarea conținuturilor respective în raport cu volumul carotei extrase și cu volumul noroiului recuperat.

Conținutul mediu minim și conținutul minim limită. Prin conținut mediu minim (minim industrial) se înțelege limita inferioară a conținutului mediu care justifică din punct de vedere economic posibilitățile de utilizare a minereului în industrie, cu mijloacele tehnice existente. El variază de la un minereu la alt minereu și de la un timp la altul, în funcție de factorii economici, de metodele de exploatare, de metodele de preparare, de sorturile de minereu, de condițiile geologice ale zăcămîntului etc.

Conținutul minim limită (geologic limită) reprezintă limita inferioară a conținutului în componenți utili din rezervele care se pot exploata și prelucra împreună cu alte rezerve cu conținut mai ridicat, în așa fel, încît conținutul mediu pe zăcămînt să fie cel puțin egal cu conținutul mediu minim.

Conținutul mediu minim și conținutul limită în componenți utili principali și accesorii, împreună cu alte elemente, și anume : cel mai mic conținut al componenților utili accesorii, conținutul mediu maxim în componenți dăunători, conținutul maxim limită în componenți dăunători, coeficientul de mineralizare minim, grosimea minimă a corpului de substanță minerală utilă (sau uneori puterea minimă), grosimea maximă a rocilor sterile și a intercalațiilor cu conținuturi sub limita de exploatare, adîncimea limită de exploatare, presiunea maximă a apei din stratele acvifere precum și debitul de apă maxim ce poate fi extras în mod economic constituie criterii de repartizare a rezervelor în grupele de bilanț și în afară de bilanț.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru filoanele auro-argentifere cu frecvente ocurențe de aur vizibil, calculul conținutului mediu minim și al conținutului minim limită în practică nu se mai efectuează, deoarece minereul respectiv, indiferent de conținutul în componenți utili, se exploatează.

În afară de conținutul mediu minim și conținutul minim limită se mai determină și *limita inferioară a conținutului rezervelor, în afară de bilanț*, limita sub care nu se mai calculează nici un fel de rezerve. Pentru zăcămintele cu grosimi mai mici decît grosimea minimă de lucru se recomandă calcularea *puterii medii minime* și a *puterii minime limită*.

e. **Coeficienții de corecție.** În calculul parametrilor se introduc, în general, anumiți coeficienți de corecție pentru a elimina erorile care ar putea să micșoreze sau să mărească rezultatele finale. Introducerea coeficienților de corecție trebuie să fie temeinic justificată, avînd la bază un număr mare de măsurători directe și de control.

Coeficienții de corecție pentru determinarea suprafeței și a volumului zăcămîntului explorat. În acest scop se folosește coeficientul de mineralizare *mk*, care se introduce în calcul atunci cînd apar zone sterile sau zone de minereu neindustrial, ce nu pot fi conturate prin lucrările de explorare.

Coeficientul de mineralizare se determină, făcînd raportul dintre suprafața cu minereu industrial și suprafața totală a zăcămîntului.

Coeficienții de corecție pentru determinarea grosimii zăcămîntului explorat. Astfel de coeficienți de corecție se aplică în cazul explorării prin foraje a zăcămintelor care n-au un contact bine distinct față de rocile înconjurătoare, deoarece prin măsurătorile respective se obține, în general, o grosime mai mică decît cea reală. Coeficientul de corecție k_2 se determină cu formula:

$$k_2 = \frac{g_c}{g_f},$$

în care:

g_c este grosimea determinată prin măsurători de control (de exemplu, în puțuri);

g_f — grosimea determinată prin foraje.

Coeficienții de corecție pentru determinarea greutății volumetrice. Deoarece determinarea în laborator a greutății volumetrice dă rezultate care conțin erori destul de mari, se re-

Scanned with OKEN Scanner

comandă utilizarea unui coeficient de corecție k_d. Acest coeficient se determină cu ajutorul formulei :

$$k_d = \frac{d_c}{d_l},$$

în care :

d_c este greutatea volumetrică determinată prin metoda globală, în scop de control ;

d_l — greutatea volumetrică determinată în laborator.

Coeficienții de corecție pentru determinarea conținutului mediu în componenți utili. Dintre coeficienții utilizați la determinarea conținutului mediu se menționează : coeficientul pentru umiditate, coeficientul pentru imprecizia probării și coeficientul pentru imprecizia controlului analizelor chimice.

Coeficientul de corecție pentru umiditate C_u se calculează cu formula :

$$C_u = \frac{C_{us}\ (100 - B)}{100}$$

în care :

C_u este conținutul în componenți utili al minereului umed, în starea în care se găsește zăcămîntul ;

C_{us} — conținutul în componenți utili al minereului uscat, determinat în laborator ;

B — umiditatea minereului la care s-a determinat greutatea volumetrică.

Coeficientul de corecție pentru imprecizia probării K_{ip}, variază, în general, de la 0,8—1,4 și se obține cu formula :

$$K_{ip} = \frac{C_c}{C},$$

în care :

C_c este conținutul mediu pe baza analizelor de control intern ;

C — conținutul mediu pe baza analizelor obișnuite.

Coeficientul de corecție pentru imprecizia controlului analizelor chimice K_a. Acest coeficient se aplică atunci cînd controlul extern a identificat o eroare sistematică și nu mai este

Scanned with OKEN Scanner

posibilă repetarea analizelor chimice pentru toate probele. El se determină cu formula următoare :

$$K_a = \frac{C_{ca}}{C},$$

în care :

C_{ca} este conținutul mediu în component util determinat pe baza datelor controlului extern ;

C — conținutul mediu în component util determinat pe baza analizelor obișnuite.

2. Parametrii necesari în calculul rezervelor de petrol și gaze

Suprafața S în cuprinsul căreia se calculează rezervele celor patru categorii, separate în funcție de gradul de cunoaștere, este trasată pe planuri și hărți, după criteriile arătate la condițiile de încadrare a rezervelor pe categorii. Valoarea suprafeței se determină prin planimetrare sau cu ajutorul figurilor geometrice ce se pot separa în cuprinsul ei, așa cum a fost arătat pentru substanțele minerale utile solide.

Grosimea g a stratului colector se determină prin *măsurători directe* pe carotele extrase și analizate în laborator, sau *indirect*, cu ajutorul diagrafiilor (diagrame electrice, cavernograme, diagrame radioactive). Măsurătorile directe pe carote nu sînt totdeauna posibile. Pe de o parte carotajul mecanic nu se efectuează în mod continuu prin toate stratele colectoare și, pe de altă parte, chiar atunci cînd se carotează stratul colector pe toată grosimea, recuperajul probei nu este totdeauna complet, mai ales în cazul colectoarelor nisipoase. Diagrafiile menționate, și în special diagramele electrice, fac posibilă determinarea în bune condiții a grosimii stratelor colectoare. Se folosește, în acest scop, curba rezistivității : grosimea stratului colector g este dată de lungimea segmentului dintre perpendicularele duse pe verticala sondei din punctele a și a' (fig. 122), situate la mijlocul curbei rezistivității în dreptul stratului colector respectiv.

Trebuie observat faptul că grosimea stratului determinată pe această cale reprezintă, din cauza înclinării stratului, grosimea aparentă și nu grosimea stratigrafică reală a sa. Grosimea aparentă este mai mare decît cea stratigrafică și s-ar părea că, în felul acesta, cifrele care reprezintă volumul stratului colector nu corespund realității.

Scanned with OKEN Scanner

S-a arătat mai sus că suprafața stratului petrolifer se măsoară pe plan, în proiecție orizontală, deși stratul respectiv este înclinat. Volumul stratului colector se poate determina prin înmulțirea cifrei care reprezintă mărimea suprafeței înclinate a stratului cu grosimea normală, stratigrafică a sa, sau ca produs al suprafeței stratului în proiecție orizontală cu grosimea sa aparentă, verticală.

Din figura 123 se vede că produsul proiecției orizonale S, a suprafeței cu grosimea verticală aparentă g, este egal cu produsul dintre suprafața reală S' a stratului și grosimea sa reală g'.

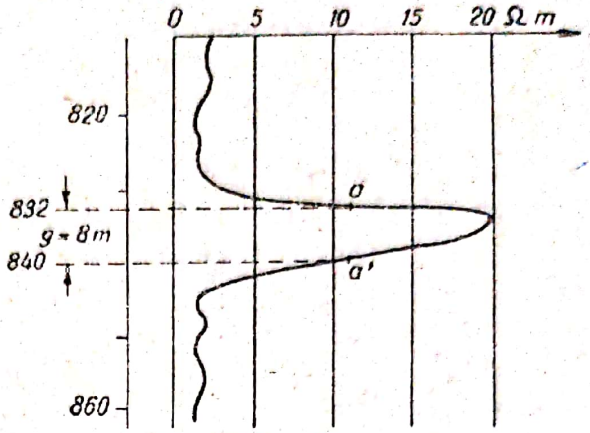


Fig. 122. Determinarea grosimii colectorului cu ajutorul diagramei electrice.

De unde :

$$S = S' \cdot \cos\alpha$$

$$g' = g \cdot \cos\alpha\,; \quad g = \frac{g'}{\cos\alpha}$$

$$Sg = S' \cos\alpha \frac{g'}{\cos\alpha} = S'g'.$$

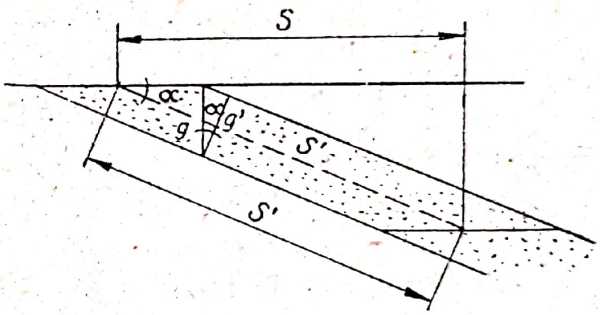


Fig. 123. Relațiile între suprafața și grosimea stratului colector.

În cuprinsul zăcămîntului grosimea stratului sau a stratelor colectoare poate varia. Pe măsură ce activitatea de explorare progresează, se obțin date tot mai complete privind grosimea stratelor colectoare, ceea ce face posibilă întocmirea de hărți cu izopahite pentru fiecare strat colector, hărți care dau o imagine clară asupra variațiilor în grosime ale acestora.

Dacă variațiile în grosime nu sînt mari, se poate folosi în calcul o valoare aritmetică medie. În caz contrar, suprafața petroliferă se împarte pe sectoare cu grosimi diferite, iar volumul total al colectorului se află prin însumarea volumelor sectoarelor separate.

Porozitatea p, ca raport dintre volumul porilor și volumul total al rocii colectoare, se determină *direct*, în laborator,

prin determinări pe carotele extrase, sau *indirect*, cu ajutorul diagramelor electrice (curba rezistivității) sau radioactive (curba neutronică).

În calculul de rezerve interesează nu porozitatea totală, ci porozitatea efectivă (utilă).

Ca și pentru grosime, se întocmesc pentru porozitate hărți ale variației coeficientului de porozitate, imaginea fiind redată prin linii care unesc punctele cu valori egale ale acestui coeficient.

Saturația în petrol sau gaze se determină ca diferență între volumul total de pori și volumul porilor umpluți cu apă (coeficient de saturație în apă). Coeficientul de saturație în apă, s_a, reprezintă raportul dintre volumul porilor umpluți cu apă și volumul total de pori din rocă. Coeficientul de saturație, în petrol s sau gaze $1-s_a$, reprezintă diferența menționată : $1-s_a$.

Coeficientul de saturație în apă se determină *direct*, pe carote luate din sonde săpate cu fluide care nu conțin apă, sau *indirect*, cu ajutorul diagramelor BKZ.

Factorul rèducerii în volum (b) al petrolului, ca urmare a ieșirii gazelor din soluție prin trecerea de la condițiile de presiune și temperatură ale stratului, la condițiile de suprafață, se determină prin încercări de laborator. El variază cu adîncimea, între 1 și 1,3.

Tot prin încercări de laborator se determină și *coeficientul de compresibilitate al gazelor* z, a cărui valoare este subunitară.

Greutatea specifică, temperatura și presiunea zăcămîntului se determină prin măsurători directe sau, în anumite condiții la un grad redus de cunoaștere C_2, se folosesc pe bază de analogie, valori cunoscute din zăcăminte învecinate, ținînd seama bineînțeles și de adîncimea la care se găsește zăcămîntul.

Pentru calcularea rezervelor exploatabile, se folosește factorul de recuperare și depinde de condițiile de zăcămînt și de tehnica de exploatare aplicată.

B. METODE DE CALCUL

Calculul rezervelor de substanțe minerale utile se efectuează prin metode volumetrice și prin metode statistice. Metodele volumetrice se bazează pe determinarea volumului corpului de substanță minerală utilă și se pot aplica în orice fază de cercetare a zăcămintelor respective. Pentru substanțele mi-

Scanned with OKEN Scanner

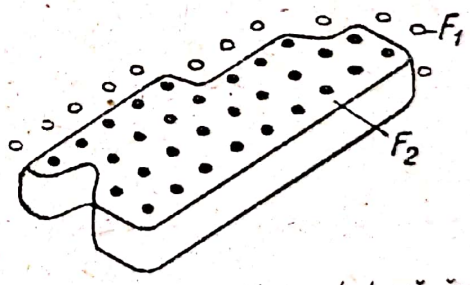
nerale utile solide, determinarea volumului corpurilor respective care au în general forme complexe se realizează prin transformarea lor în forme geometrice simple.

Metodele statistice folosesc anumiți indici obținuți în timpul procedurii de exploatare a substanțelor minerale utile fluide și anume, extrapolarea lor pînă la limita de rentabilitate. O variantă a metodelor statistice este metoda analogiei folosită în estimarea rezervelor de prognoză a tuturor substanțelor minerale utile.

În aplicarea metodelor volumetrice de calcul a rezervelor de substanțe minerale utile se ține seama de felul substanței minerale utile, de caracterele sale de zăcămînt și de metodele de explorare întrebuințate (lucrări miniere, foraje sau lucrări combinate — miniere și de foraj).

1. Metode de calcul pentru zăcăminte de substanțe minerale utile solide

Dintre cele mai importante metode volumetrice de calcul cunoscute în literatura de specialitate se menționează următoarele: metoda mediei aritmetice, a blocurilor geologice, a blocurilor de exploatare, a poligoanelor, a triunghiurilor, a izoliniilor, a secțiunilor și a izohipselor. Luînd în considerare particularitățile zăcămintelor din țara noastră, și, prin urmare, metodologia lucrărilor de explorare, se constată că metoda mediei aritmetice, a blocurilor geologice, a blocurilor de exploatare, a secțiunilor și a izohipselor sînt utilizate foarte frecvent la calculul rezervelor de substanțe minerale utile solide. Ele sînt considerate ca fiind cele mai raționale metode de calcul pentru zăcămintele din țara noastră, deoarece asigură estimarea rezervelor pentru aproape toate metodele de exploatare.



• *Foraje care au intersectat zăcămîntul*

o *Foraje care n-au intersectat zăcămîntul*

Fig. 124. Corp de substanță minerală utilă considerat pentru calcul ca un singur bloc.

a. **Metoda mediei artimetice.** Metoda mediei aritmetice constă în considerarea corpului de substanță minerală utilă ca un singur bloc cu grosime constantă (fig. 124) și trasarea

conturului interior și exterior, în vederea efectuării calculului rezervelor.

Deoarece gradul de explorare dintre suprafața delimitată de conturul interior S_1 și suprafața dintre cele două conture S_2 diferă foarte mult, calculul rezervelor se execută separat pentru fiecare din aceste porțiuni. În ambele cazuri, suprafețele se măsoară cu planimetrul sau cu paleta.

Pentru porțiunea delimitată de conturul interior, grosimea medie g și conținutul mediu în componenți utili c se determină ca medie aritmetică a valorilor obținute prin intermediul lucrărilor de explorare amplasate pe suprafața S_1. Volumul V_1, corespunzător acestei porțiuni, se obține cu ajutorul formulei :

$$V_1 = S_1 \cdot g$$

Rezerva de substanțe minerale utile Q_1 și de componenți utili P_1 se determină cu formulele :

$$Q_1 = V_1 d_1 ;$$

$$P_1 = Q_1 c_1 .$$

Volumul V_2, corespunzător porțiunii dintre cele două conture, se obține făcînd produsul dintre suprafața S_2 și jumătate din grosimea medie a corpului de substanță minerală utilă.

Rezerva de substanțe minerale utile Q_2 și de componenți utili P_2 se determină cu ajutorul formulelor :

$$Q_2 = V_2 \cdot d_2 ;$$

$$P_2 = Q_2 \cdot c_2 .$$

Rezerva totală de substanțe minerale utile Q și de componenți utili P se calculează prin însumarea rezervelor Q_1 și Q_2 și a componenților utili P_1 și P_2.

Metoda mediei aritmetice prezintă și unele aspecte particulare, care apar în următoarele cazuri :

— cînd se observă o *relație* directă sau indirectă între grosime și conținutul în componenți utili ; în aceste condiții conținutul mediu se determină prin media ponderată de grosime ;

— cînd lucrările de explorare sînt amplasate uniform în limitele conturului interior ; în astfel de cazuri se recomandă ca, la determinarea conținutului mediu și chiar a grosimii medii, să se atribuie lucrărilor de explorare situate pe conturul interior un coeficient egal cu 0,5, iar celorlalte lucrări de explorare un coeficient egal cu 1 ;

Scanned with OKEN Scanner

— cînd se remarcă diferenţe mari între indicii din cuprinsul celor două suprafeţe S_1 şi S_2 ; în aceste situaţii, zona dintre conture se împarte în două părţi, iar calculul rezervelor se efectuează separat pentru fiecare porţiune.

Metoda mediei aritmetice poate fi aplicată atît în cazul zăcămintelor cu o structură simplă, cît şi în cazul acelora cu o structură complexă, mai ales în condiţiile unei explorări insuficiente, cînd nu se cere o precizie prea mare la calcul. Dacă există un număr mare de lucrări de explorare şi acestea sînt distribuite uniform pe suprafaţa zăcămîntului, metoda mediei aritmetice oferă o precizie mai mare la calculul rezervelor. Această metodă prezintă dezavantajul că nu permite conturarea sorturilor de substanţe minerale utile.

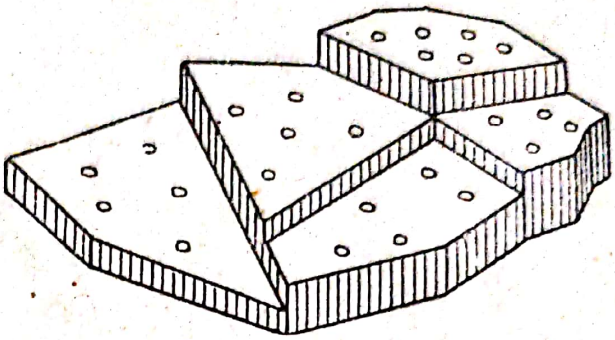


Fig. 125. Împărţirea corpului de substanţă minerală utilă în blocuri geologice.

b. **Metoda blocurilor geologice.** În acest caz după conturarea generală a corpului de substanţă minerală utilă, suprafaţa respectivă se împarte în blocuri geologice (fig. 125), iar calculul rezervelor din interiorul fiecărui bloc se efectuează prin metoda mediei aritmetice.

Conturarea blocurilor geologice se face în funcţie de calitatea substanţei minerale utile şi de gradul de explorare. Calculul rezervelor se efectuează pentru fiecare bloc în parte, după indicaţiile date la metoda mediei aritmetice. Rezervele totale se obţin prin însumarea rezervelor tuturor blocurilor geologice.

Metoda blocurilor geologice se bazează pe construcţii grafice şi operaţii de calcul destul de simple, iar rezervele sînt determinate pe sorturi de minereu.

c. **Metoda blocurilor de exploatare.** Prin această metodă corpul de substanţă minerală utilă se împarte în blocuri de exploatare, dînd naştere, în general, unui sistem de paralelipipede (fig. 126).

În general, blocurile de exploatare din porţiunea centrală a zonei explorate sînt delimitate prin lucrări miniere pe patru părţi : sus şi jos prin galerii direcţionale, iar lateral prin suitori (fig. 127). Blocurile de exploatare din porţiunile marginale ale zonei explorate se cercetează, în general, prin lucrări miniere numai pe trei sau două părţi (fig. 128 şi 129).

Scanned with OKEN Scanner

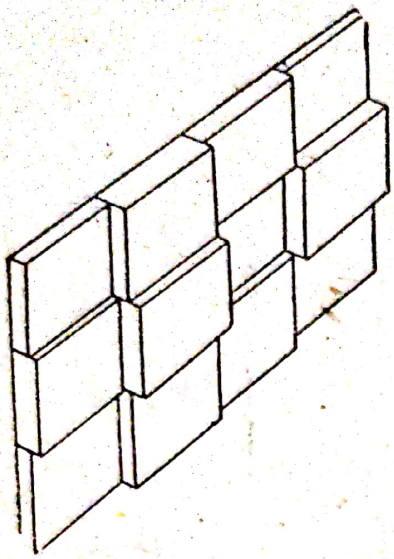


Fig. 126. Corp de minereu considerat pentru calcul ca un sistem de paralelipipede.

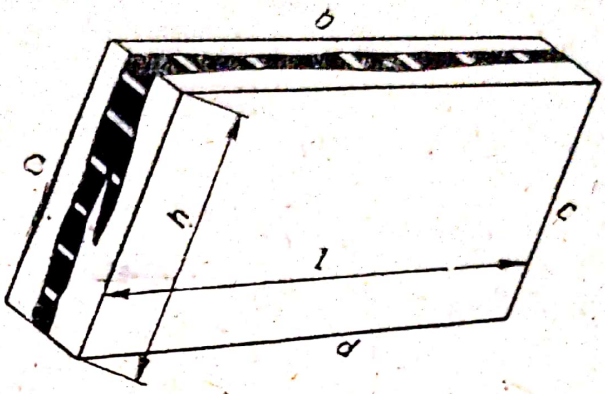
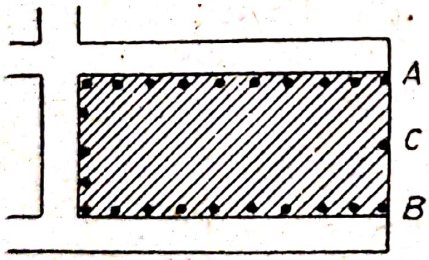


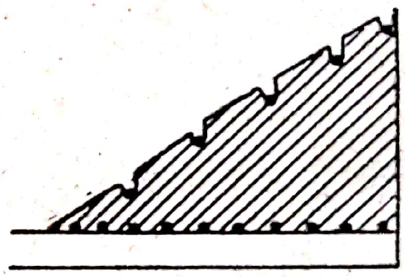
Fig. 127. Bloc cercetat pe patru părți prin lucrări miniere.



Suprafața blocului pentru calcul

• Punctele de luare a probelor

Fig. 128. Cercetarea unui bloc pe trei părți prin lucrări miniere.



Suprafața blocului pentru calcul

• Punctele de luare a probelor

⌐ = Șanțuri, galerii

Fig 129. Cercetarea unui bloc pe două părți prin lucrări miniere.

În cazul explorării în adîncime printr-un singur foraj sau prin mai multe foraje, conturarea blocurilor se face ca în figura 130. Dacă porțiunile inferioare ale zăcămîntului n-au fost explorate prin foraje, delimitarea blocurilor se execută prin extrapolare în trepte (fig. 131, *a*) sau în pînză (fig. 131, *b*).

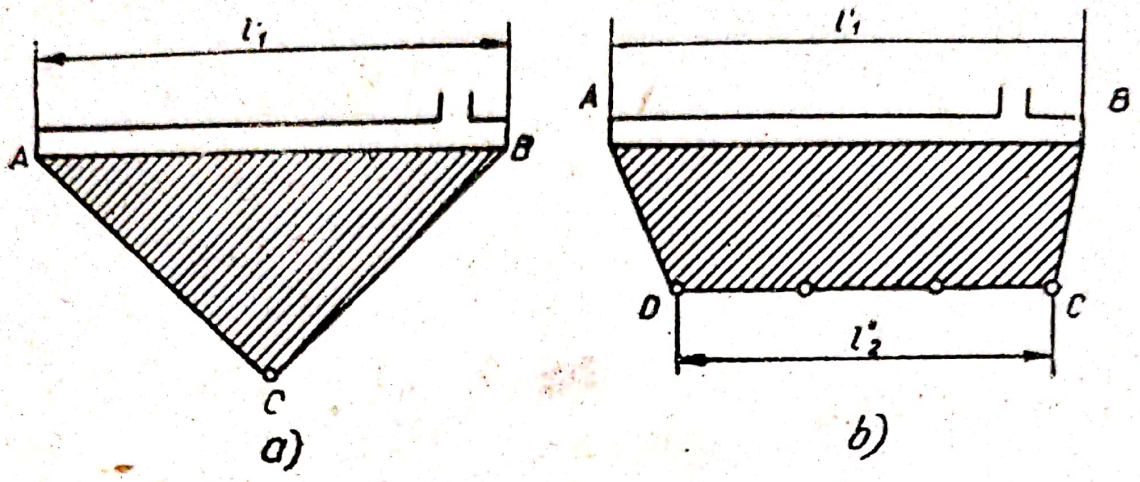


Fig. 130. Cercetarea blocurilor în cazul explorării în adîncime prin foraje:
a — explorarea printr-un singur foraj; *b* — explorare prin mai multe foraje.

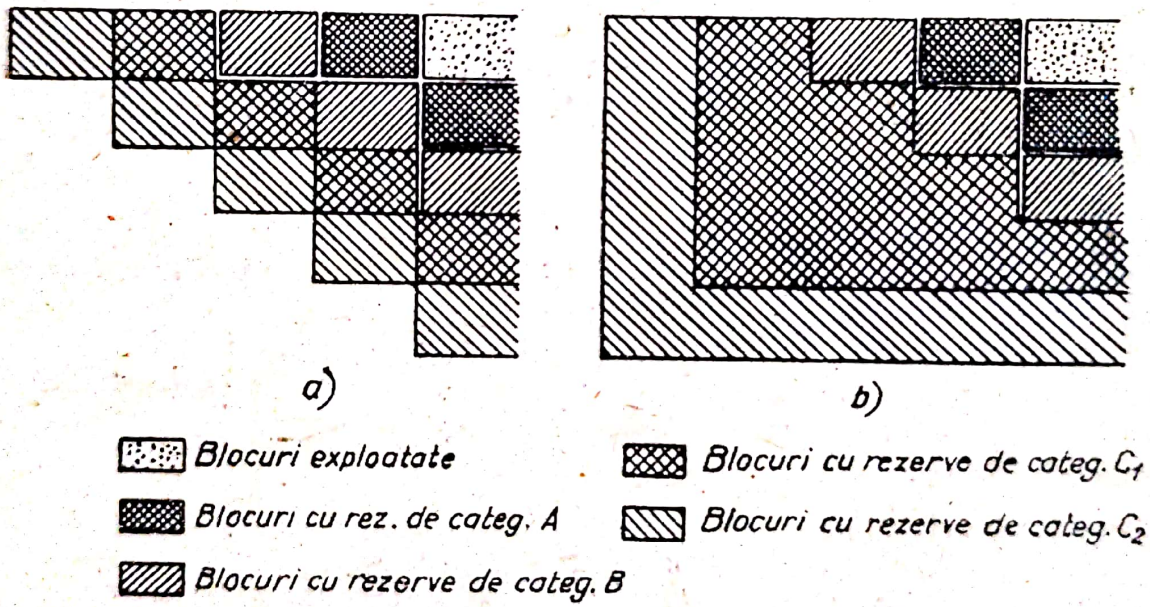


Fig. 131. Extrapolarea în trepte și în pînză:
a — în trepte; *b* — în pînză.

Grosimea medie și conținutul mediu se determină pentru fiecare latură în parte, prin media aritmetică sau prin media ponderată.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru blocurile de exploatare cercetate, pe patru părți prin lucrări miniere, grosimea medie și conținutul se obține cu ajutorul formulelor :

$$g=\frac{g_a h+g_b l+g_c h+g_d l}{2(h+l)};$$

$$c=\frac{g_a h c_a+g_b l c_b+g_c h c_c+g_d l c_d}{g_a h+g_b l+g_c h+g_d l};$$

în care :

g_a, g_b, g_c, g_d sînt grosimile medii pe laturile respective ale blocului ;

c_a, c_b, c_c, c_d — conținuturile medii pe laturile respective ale blocului ;

h — înălțimea blocului pe suitori ;

l — lungimea blocului pe galeriile direcționale.

Dacă blocurile de exploatare au fost cercetate pe trei părți prin lucrări miniere, grosimea medie și conținutul mediu se calculează pe baza datelor cunoscute pe aceste laturi sau se încearcă, deși nu este prea indicată, o ponderare a probelor extreme A și B pe jumătatea corespunzătoare laturii neprobate, AC și CB, iar rezultatele se extind asupra întregii laturi (fig. 128).

În cazul blocurilor cercetate pe două părți prin lucrări miniere, grosimea medie și conținutul mediu se determină ca medie aritmetică, dacă între acești parametri nu există nici o relație directă (fig. 129).

Grosimea medie și conținutul mediu pentru blocurile de sub orizonturile inferioare, explorate în adîncime printr-un singur foraj (fig. 130, *a*), sau mai multe foraje (fig. 130, *b*), se obține cu ajutorul formulelor :

$$g=\frac{3g'+g''}{4} \text{ iar } c=\frac{3c'+c''}{4},$$

cînd explorarea în adîncime se face printr-un singur foraj, iar repartiția componenților utili este mai mult sau mai puțin uniformă ;

$$g=\frac{g'l'+g''l''}{l'+l''} \text{ iar } c=\frac{c'g'l'+c''g''l''}{g'l'+g''l''},$$

Scanned with OKEN Scanner

cînd explorarea în adîncime se face prin mai multe foraje, iar repartiția componenților utili este mai mult sau mai puțin uniformă ;

$$g=\frac{g'n'+g''}{n'+l'},$$

în cazul cînd explorarea în adîncime se face printr-un singur foraj, iar repartiția componenților utili este neuniformă ;

$$g=\frac{g'l'n'+g''l''n''}{l'n'+l''n''},$$

în cazul explorării în adîncime prin mai multe foraje, iar repartiția componenților utili este neuniformă.

g' — grosimea medie pe galeria direcțională ;
g'' — grosimea medie pe foraje ;
c' — conținutul mediu pe galeria direcțională ;
c'' — conținutul mediu pe foraje ;
l' — lungimea laturii blocului pe galeria direcțională ;
l'' — lungimea laturii blocului în care se găsesc forajele ;
n' — numărul probelor pe galeria direcțională ;
n'' — numărul sondajelor.

Există situații frecvente cînd probarea laturilor blocurilor nu se efectuează în mod uniform și, prin urmare, determinarea grosimii medii sau a conținutului mediu prezintă multe particularități. În astfel de situații se găsesc blocurile din orizonturile superioare, care, în porțiunile lor inferioare deschise de galerii și în porțiunile laterale deschise de suitori, se probează printr-o rețea normală de probe, în timp ce în porțiunile corespunzătoare zonei de afloriment vor fi probate printr-o rețea mai rară de probe.

Dacă în cuprinsul blocului se remarcă o variație uniformă a grosimii și conținutului în raport cu adîncimea, atunci blocul respectiv se împarte în două părți, iar rezervele se calculează separat pentru fiecare porțiune (fig. 132, *a*) ; poziția liniei *EF* se determină pe baza datelor obținute de pe latura *BD*. În cazul cînd nu se observă o variație uniformă a conținutului și grosimii în raport cu adîncimea, blocul se împarte după diagonală în două părți, iar rezervele se determină separat pentru fiecare porțiune (fig. 132, *b*). Pentru blocul *BCD*, grosimea medie și conținutul mediu se calculează pe baza datelor obținute prin probarea laturilor *CD* și *BD*, iar pentru blocul *ABC* se face media aritmetică între valoarea medie a blocului *BCD* și valoarea medie a laturii *AB*.

Scanned with OKEN Scanner

Suprafața blocului se determină cu planimetrul sau se calculează cu ajutorul formulei :

$$S = h \cdot l,$$

în care :

h este înălțimea blocului ;
l — lungimea blocului ;

sau, în cazul cînd corpul de substanță minerală utilă a fost proiectat pe un plan neparalel cu planul principal al zăcămîntului, se folosește și formula :

$$S = \frac{S'}{\cos \alpha},$$

în care : S este suprafața reală a blocului ;
S' — suprafața proiecției blocului ;
α — unghiul dintre planul de înclinare al zăcămîntului și planul pe care este proiectat acesta.

Volumul, rezerva de substanțe minerale utile și de componenți utili se calculează pentru fiecare bloc în parte, cu ajutorul formulelor prezentate într-un capitol anterior. Prin însumarea rezervelor tuturor blocurilor se obține rezerva totală.

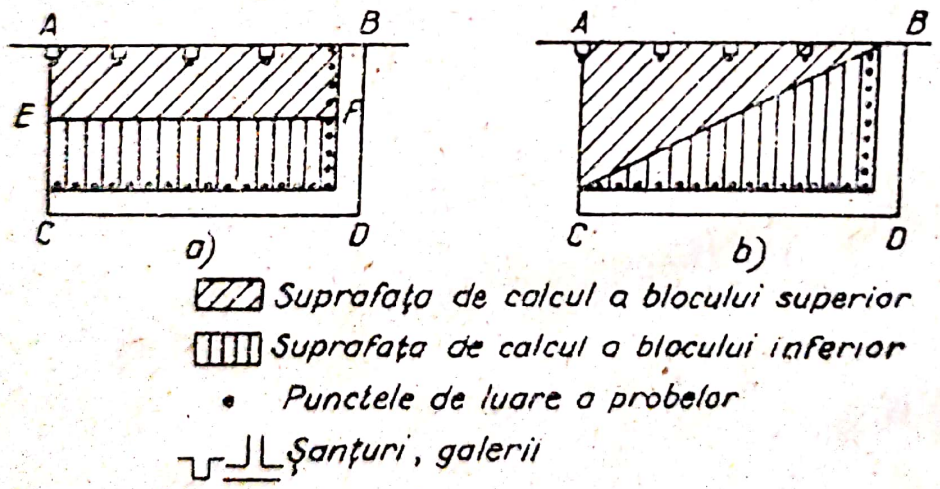


Fig. 132. Împărțirea blocurilor la care laturile au fost probate neuniform :

a — cazul cînd se remarcă o variație uniformă a conținutului și a grosimii în raport cu adîncimea ; *b* — cazul cînd nu se observă o variație a conținutului și a grosimii în raport cu adîncimea.

Metoda blocurilor de exploatare se folosește în cazul zăcămintelor cu grosime mică, explorate prin lucrări miniere, pentru a putea contura blocurile de exploatare. Construcțiile

Scanned with OKEN Scanner

grafice și operațiile de calcul sînt destul de simple. Prin această metodă se pot contura diferitele sorturi de substanțe minerale utile.

d. **Metoda secțiunilor.** Pentru aplicarea metodei secțiunilor se impune ca lucrările miniere și forajele să fie, amplasate pe linii de explorare verticale sau orizontale, de-a lungul cărora se întocmesc secțiuni geologice prin zăcămînt, în vederea efectuării calculului.

Se cunosc două variante ale acestei metode și anume: *metoda secțiunilor paralele și metoda secțiunilor neparalele.* Un aspect particular al metodei secțiunilor îl reprezintă *metoda liniară.*

1) *Metoda secțiunilor paralele.* În acest caz, liniile de explorare verticale sau orizontale sînt dispuse paralel. De-a lungul acestora se întîlnesc secțiuni geologice prin intermediul cărora zăcămîntul apare împărțit în o serie de blocuri. În general, aceste blocuri sînt delimitate de două secțiuni geologice, în afară de acelea situate pe extremitățile zăcămîntului, care sînt delimitate de o singură secțiune geologică și de linia conturului zăcămîntului (fig. 133).

Blocurile pot fi construite luînd în considerare chiar zona de influență a fiecărei linii de explorare. În acest caz, secțiunea geologică trece prin porțiunea centrală a blocului (fig. 134).

Calculul rezervelor pentru blocurile delimitate de două linii de explorare impune cunoașterea suprafețelor S_1 și S_2 ale secțiunilor geologice întocmite de-a lungul acestor linii.

Ele se obțin făcînd produsul dintre grosimile medii g_1 și g_2, și lungimile h_1 și h_2 ale secțiunilor respective. Volumul blocului se determină cu formula:

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} l,$$

în care l este distanța între cele două secțiuni.

Dacă suprafețele celor două secțiuni au formă izometrică și sînt neegale ca mărime, iar rezervele calculate pentru acestea diferă cu peste 40%, volumul se obține cu formula trunchiului de con:

$$V = \frac{S_1 + S_2 + S_1 \cdot S_2}{3} l.$$

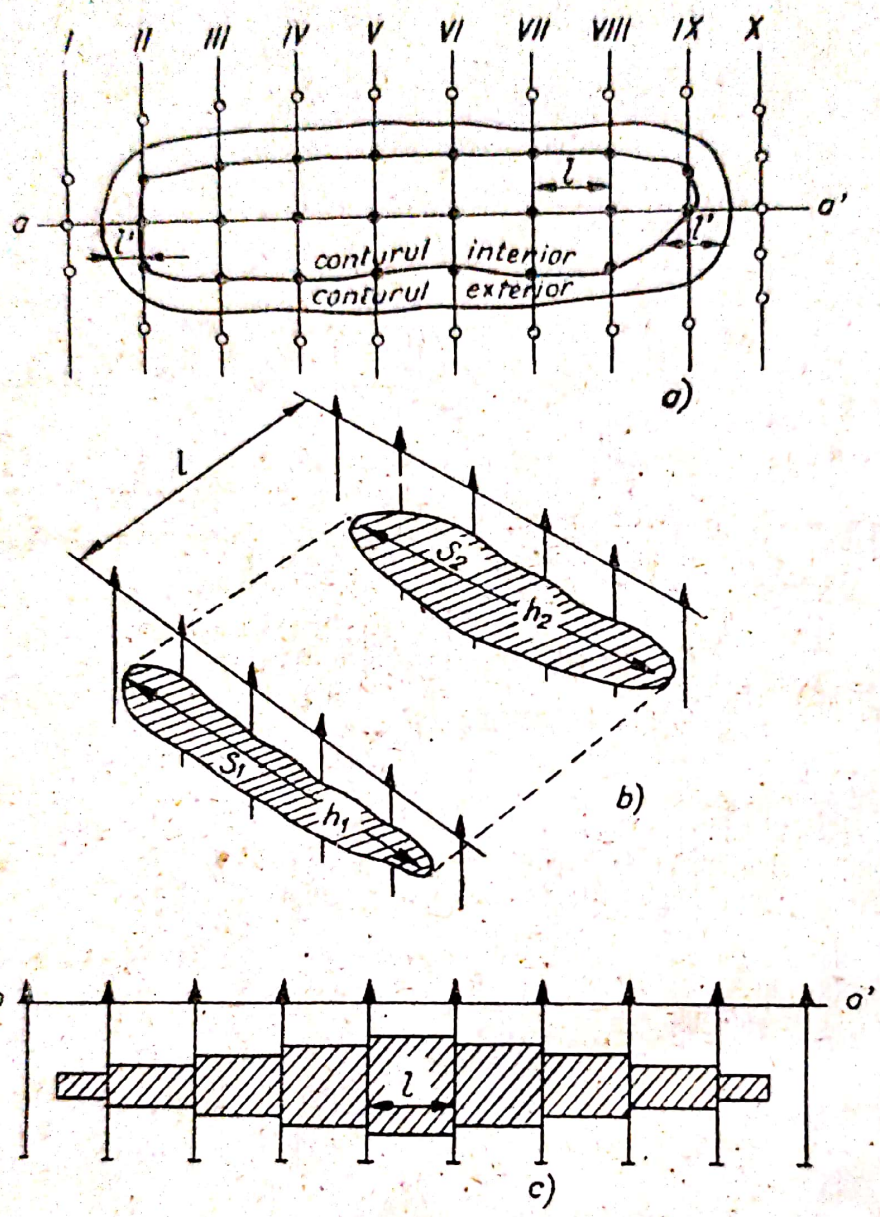


Fig. 133. Împărțirea zăcământului în blocuri delimitate de linii de explorare:

a — în plan; *b* — secțiune de-a lungul liniei de explorare; *c* — secțiune pe direcția *a*–*a'*.

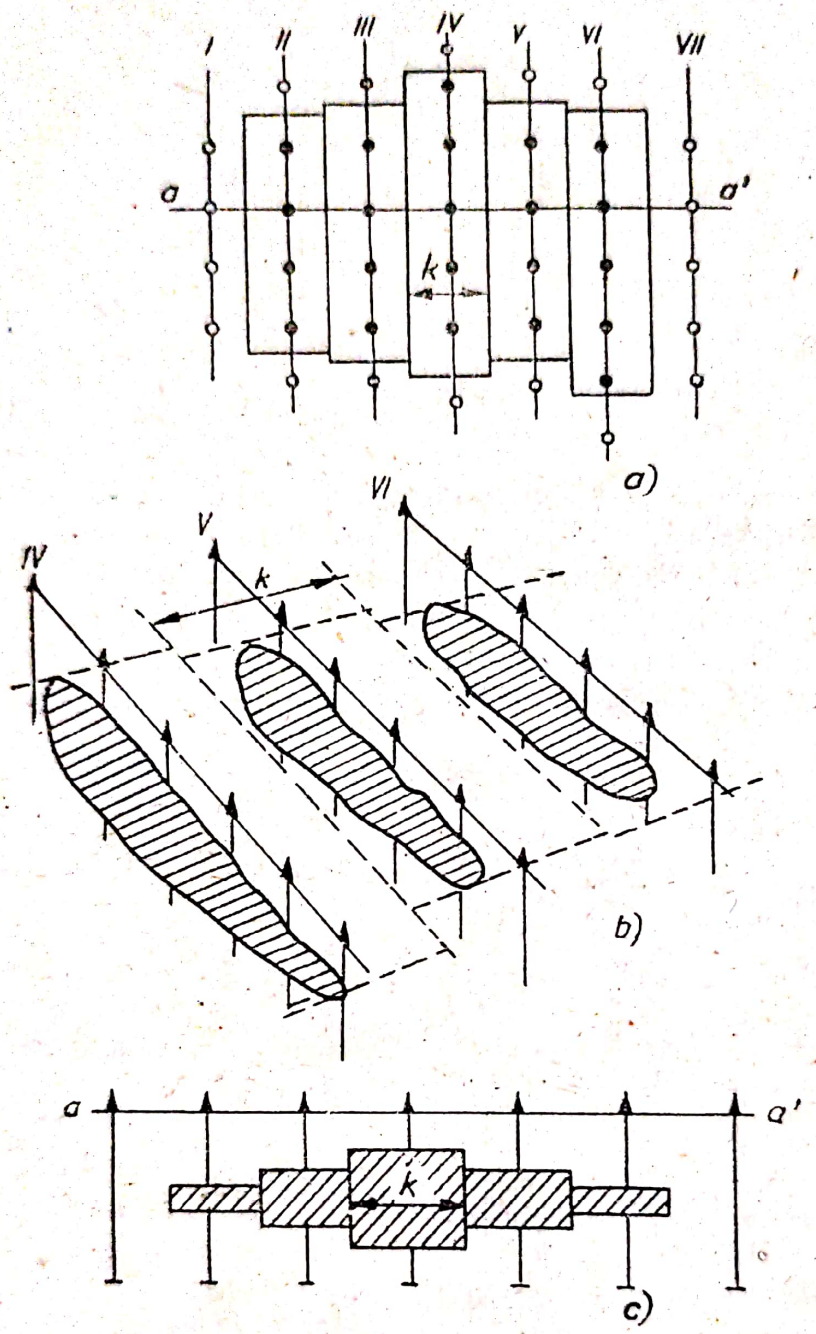


Fig. 134. Împărțirea zăcământului în blocuri luînd în considerare zona de influență a liniilor de explorare:
a — în plan; *b* — secțiune de-a lungul liniei de explorare; *c* — secțiune pe direcția *a* — *a'*.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul blocurilor care conțin secțiunea geologică în interiorul lor, volumul se calculează cu formula:

$$V = S \cdot k$$

în care k este lățimea zonei de influență a secțiunii geologice.

Determinarea volumului blocurilor delimitate de o secțiune geologică și de linia conturului zăcămîntului se face cu formula trapezului (1) sau a conului (2):

$$V = \frac{S \cdot l'}{2} \quad (1) \qquad V = \frac{S \cdot l'}{3} \quad (2)$$

în care l este distanța de la linia de profil pînă la punctul de efilare a zăcămîntului.

Se determină apoi rezerva de substanță minerală utilă Q și de componentul util P cu ajutorul formulelor cunoscute. Rezerva totală se obține prin însumarea tuturor blocurilor.

2) *Metoda secțiunilor neparalele.* De-a lungul liniilor de explorare, care nu mai sînt dispuse paralel (fig. 135), se întocmesc secțiuni geologice în vederea delimitării blocurilor de calcul. În general volumul blocurilor se determină cu formulele:

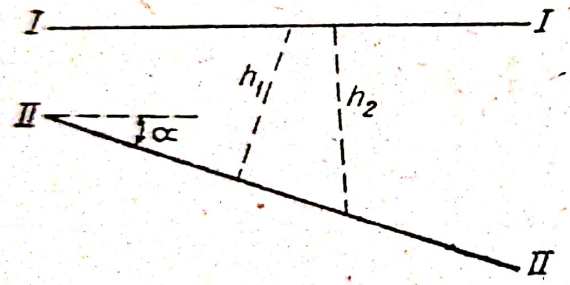


Fig. 135. Linii de explorare neparalele.

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot \frac{h_1 + h_2}{2};$$

pentru $\alpha < 10°$,

$$V = \frac{\alpha}{\sin \alpha} \cdot \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot \frac{h_1 + h_2}{2};$$

pentru $\alpha > 10°$,

în care:

S_1 și S_2 reprezintă suprafețele planelor ce delimitează blocul de calcul;

h_1 — lungimea perpendicularei ridicată, de exemplu, de pe planul secțiunii corespunzător liniei de explorare I-I, pe planul secțiunii corespunzător liniei de explorare opusă, adică II-II;

h_2 — lungimea perpendicularei ridicată în acest caz de pe planul secțiunii corespunzător liniei de explorare II-II pe planul secțiunii corespunzător liniei de explorare I-I;

α — unghiul dintre cele două secțiuni geologice.

Dacă blocul de calcul delimitat de două linii de explorare are un contur neregulat, volumul acestuia se poate determina numai prin intermediul unor construcții grafice auxiliare (fig. 136).

În acest scop se unesc punctele a_1b_1 cu a_2b_2 și se obțin

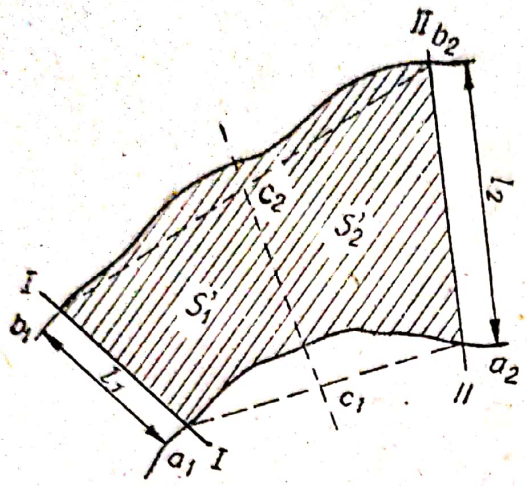


Fig. 136. Bloc cu contur neregulat, delimitat de două profile neparalele.

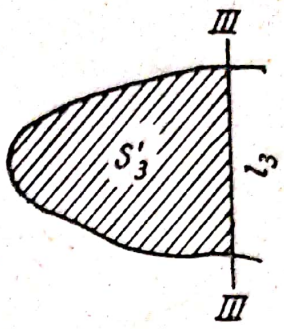


Fig 137. Bloc cu contur neregulat situat într-o porțiune marginală a zăcământului.

liniile auxiliare a_1a_2 și b_1b_2. Prin trasarea dreptei c_1c_2 se creează suprafețele S'_1 și S'_2. Dacă se determină suprafețele S_1 și S_2, ce corespund secțiunilor geologice I-I și II-II, ca și suprafețele S'_1 și S'_2 se pot calcula volumele blocurilor alăturate dreptei c_1c_2, cu ajutorul formulelor :

$$V' = S_1 \frac{S'_1}{l_1}; \qquad V'' = S_2 \frac{S'_2}{l_2};$$

în care :

V' este volumul blocului $a_1b_1c_1c_2$;
V'' — volumul blocului $a_2b_2c_1c_2$;
l_1 — lungimea liniei de explorare I-I ;
l_2 — lungimea liniei de explorare II-II.

Volumul total al blocului dintre cele două linii de explorare este egal cu suma volumelor V' și V''.

Pentru determinarea volumului unui bloc cu contur neregulat, situat în porțiunile marginale ale zăcământului (fig. 137), se utilizează formula :

$$V = \frac{S_3 S'_3}{2 l_3}.$$

3) *Metoda liniară.* Calculul rezervelor prin metoda liniară diferă de acela arătat la metoda secțiunilor paralele sau neparalele, numai prin mersul operațiilor respective, deoarece construcțiile grafice sînt identice.

Operațiile de calcul se execută în ordinea următoare:

— se calculează rezervele porțiunilor cuprinse între două lucrări de explorare situate pe aceeași linie de explorare; lățimea liniei de explorare se ia în mod convențional egală cu 1 m;

— se determină rezervele cuprinse într-o fișie de 1 m grosime, ce corespunde liniei respective de explorare; rezervele se obțin prin însumarea rezervelor calculate anterior pentru sectoarele din cadrul liniei de explorare;

— se calculează rezervele pentru suprafața mărginită de două secțiuni geologice sau pentru suprafața de influență a fiecărei linii de explorare;

— se însumează rezervele tuturor suprafețelor și se obține rezerva totală pe zăcămînt.

De regulă, metoda secțiunilor se aplică în cazul cînd lucrările de explorare au fost amplasate uniform, pe anumite aliniamente, iar zăcămîntul are grosimi mai mari decît lățimea frontului de lucru. Calculele efectuate prin această metodă au la bază elementele care se obțin cu ajutorul secțiunilor geologice, făcîndu-se abstracție de conturele geometrice artificiale.

e. **Metoda izohipselor.** În cazul metodei izohipselor (metodei Bauman), zăcămîntul este reprezentat printr-un sistem de linii de egală înălțime, folosind datele ce provin de la explorarea prin o rețea de lucrări verticale.

Volumul porțiunii de zăcămînt dintre două izohipse este egal cu suprafața acesteia înmulțită cu grosimea. Rezervele de substanțe minerale utile calculate pentru fiecare porțiune de zăcămînt servesc la determinarea rezervelor totale.

Metoda izohipselor se folosește în cazul zăcămintelor stratiforme, cu înclinări mari și cu grosimi uniforme.

2. Metode de calcul pentru zăcămintele de petrol și gaze

Determinarea rezervelor de petrol și gaze prin *metoda volumetrică* se face prin aplicarea formulelor arătate mai sus, folosind valorile parametrilor determinați sau valori luate prin analogie de la zăcăminte similare, învecinate.

Pentru petrol și gaze există și alte metode folosite în calculul de rezerve respective. Astfel pentru petrol, cifra de rezerve obținută prin metoda volumetrică, se controlează pe timpul procesului de exploatare, prin *metoda bilanțului material*. Această metodă este bazată pe relația de egalitate

Scanned with OKEN Scanner

dintre volumul inițial de fluide din zăcămînt, pe de o parte, și volumul fluidelor extrase și volumul fluidelor rămase în zăcămînt, pe de altă parte.

Dacă : A este volumul inițial de petrol și gaze în zăcămînt ;
B — volumul extras ;
C — volumul rămas,

atunci :

$$A = B + C.$$

Aplicarea acestei metode se poate face numai după ce a început procesul de exploatare, iar precizia rezultatelor calculului depinde de precizia determinării parametrilor inițiali. Numărul parametrilor utilizați în formulele de calcul este mai mare decît pentru metoda volumetrică descrisă, iar determinarea lor este mult mai laborioasă și mai complicată.

Pentru zăcămintele de gaze naturale, calculul rezervelor de gaze se poate face uneori ținînd seama de *scăderea presiunii*. Cunoscînd presiunea inițială P_1 și presiunea zăcămîntului P_2 după ce s-a extras o anumită cantitate de gaze V_1, se poate determina cantitatea de gaze rămasă în zăcămînt, V, după formula :

$$V = V_1 \frac{P_2}{P_1 - P_2}.$$

Ea se poate estima și grafic, cu aproximație, în funcție de producția cumulativă, cu o linie dreaptă pînă la presiunea de abandonare (fig. 138).

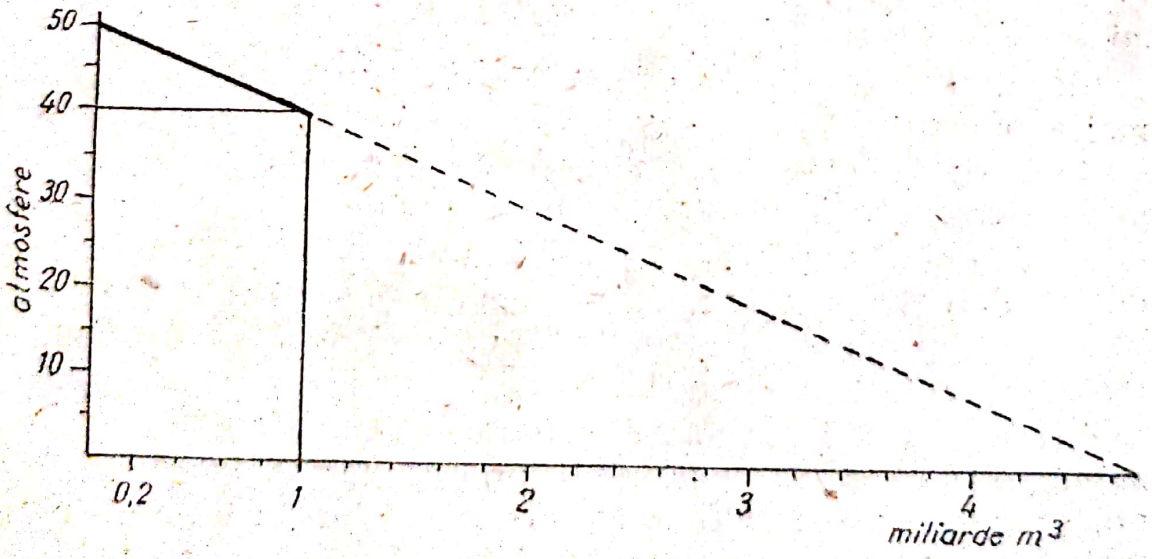


Fig. 138. Determinarea grafică a producției totale de gaze după scăderea presiunii.

Metoda scăderii (declinului) de presiune poate fi aplicată numai la zăcămintele de gaze fără apă marginală activă.

Pe același principiu se bazează și metodele grafice de estimare a rezervelor recuperabile de petrol, metode utilizate în trecut pentru zăcămintele la care nu se aplicau măsuri

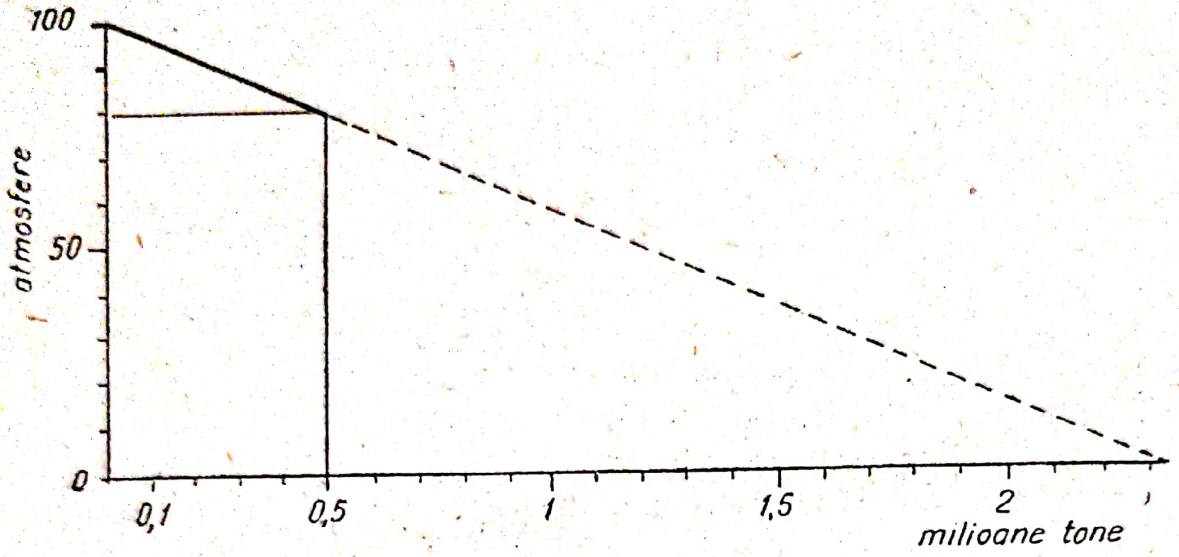


Fig. 139. Estimarea producției totale de petrol în funcție de scăderea presiunii zăcămîntului.

pentru recuperarea secundară sau pentru menținerea presiunii zăcămîntului. Aceste metode, cunoscute sub numele de *metode de estimare prin extrapolare* (metode statistice) nu se puteau aplica decît după un anumit timp de la punerea în exploatare a zăcămîntului și permiteau cunoașterea cantității de petrol care se putea extrage pînă la limita economică de exploatare.

Rezultatele erau cu atît mai bune, cu cît exploatarea era mai avansată.

Criteriile folosite pentru petrol în metodele de estimare prin extrapolare erau diferite. De exemplu : producția cumulativă de petrol în raport cu presiunea zăcămîntului (fig. 139) ; debitul de petrol sau producția cumulativă de petrol în raport cu timpul ; producția cumulativă de petrol în raport cu creșterea procentajului de apă.

Întrucît astăzi aproape la toate zăcămintele vechi se aplică măsuri de recuperare secundară, iar la zăcămintele noi se aplică măsuri de menținere a presiunii zăcămîntului, metodele de estimare a rezervelor recuperabile de petrol prin extrapolare sînt din ce în ce mai puțin utilizate.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL VI

RAPORTUL DE EXPLORARE GEOLOGICĂ

Raportul întocmit pe baza lucrărilor de explorare trebuie să cuprindă o documentație completă cu toate datele geologice și economice necesare justificării rezervelor determinate și întocmirii proiectului de exploatare. Această documentație va fi alcătuită din textul propriu-zis al raportului, tabele de calcul și material grafic.

Prima pagină va cuprinde : numele organizației care a executat lucrările de explorare și care a alcătuit raportul, titlul raportului, data la care a fost terminat raportul, numele și semnătura autorilor și conducerii organizației respective.

Pe pagina a doua se trece tabela cuprinsului cu enumerarea capitolelor raportului și a anexelor. Lista materialului grafic va conține : numărul de ordine, denumirea desenelor și scara la care au fost executate. Urmează apoi textul propriu zis al raportului, care trebuie să fie cît mai redus, dar bine argumentat. La sfîrșitul raportului se va anexa o listă cu literatura geologică consultată.

Materialul grafic va fi prezentat în mape separate și nelegat, pentru a fi mai ușor de examinat.

Raportul va purta ștampila organizației care l-a întocmit. El va .fi înaintat Comisiei Republicane de Rezerve (C.R.R.), pentru confirmarea rezervelor determinate.

1. Conținutul raportului

Raportul de explorare geologică va cuprinde următoarele părți : situația geologică, calculul rezervelor, anexe la text, material grafic și tabele.

a. **Situația geologică.** Această primă parte a raportului va conține : o introducere, apoi date generale asupra regiunii și zăcămîntului, date asupra geologiei regiunii, descrierea lucrărilor de explorare și metodica lor, geologia zăcămîntului, caracteristicile calitative și tehnologice ale substanței minerale utile, condițiile hidrogeologice ale zăcămîntului, condițiile tehnico-miniere de exploatare și concluziile.

1) *Introducerea.* În introducere se arată : scopul și tematica lucrărilor efectuate ; ipotezele geologice care au stat la baza proiectării și executării lucrărilor ; intervalul de timp în care s-a lucrat, tipurile de lucrări executate și costul lor, rezervele puse în evidență, repartiția pe ani a lucrărilor și re-

Scanned with OKEN Scanner

zervelor determinate ; organizația care a executat lucrările, cine le-a urmărit și îndrumat, cine a întocmit, verificat și aprobat documentația ; condițiile tehnice și geologice de lucru, precum și greutățile întîmpinate ; măsura în care au fost îndeplinite recomandările Comisiei Republicane de Rezerve.

2) *Date generale asupra regiunii și zăcămîntului.* În acest capitol se face o caracterizare sumară asupra următoarelor puncte :

— date administrative : regiunea administrativă, raionul, localitatea și punctul unde se găsește zăcămîntul ;

— date de geografie fizică : orohidrografie, clima, flora și fauna ;

— date de geografie economică ; căi de comunicație, centre populate, bogățiile solului și subsolului, surse de energie și combustibil, condițiile de alimentare cu apă potabilă și industrială, materialele de construcții, mîna de lucru, posibilități de dezvoltare economică etc ;

— istoricul cercetărilor geologice anterioare, care va constitui o analiză critică, privind evoluția concepțiilor asupra geologiei regiunii și zăcămîntului ;

— istoricul exploatării zăcămîntului : începuturile exploatării, felul și volumul lucrărilor executate, modul de exploatare, producția realizată pe ani și în total, coeficient de exploatare etc ;

— interpretarea datelor provenite de la ultimele lucrări geologice executate și măsura în care confirmă ipotezele anterioare asupra zăcămîntului.

3) *Date asupra geologiei regiunii.* Din dezvoltarea acestui capitol trebuie să reiasă o imagine clară a structurii geologice a regiunii. Aici se discută următoarele subcapitole :

Stratigrafia va cuprinde descrierea litologică și paleontologică a formațiilor, etajelor și orizonturilor de roci sedimentare, în ordinea vechimii lor și cu indicarea vîrstei, de asemenea se va face descrierea petrografică a rocilor metamorfice și a celor eruptive.

Tectonica conține descrierea structurilor și dislocațiilor mai importante. Se va insista asupra cauzelor care le-a produs și succesiunii de formare.

Evoluția geologică a regiunii se va face numai în măsura în care contribuie la explicarea structurii regiunii și a structurii zăcămîntului.

Scanned with OKEN Scanner

Geomorfologia prezintă destul de succint unităţile geomorfologice, evoluţia mişcărilor tectonice noi şi a formării reliefului actual.

Substanţele minerale utile se vor descrie, în linii generale, amintind toate acumulările de substanţe minerale utile.

4) *Descrierea lucrărilor de explorare şi metodologia lor.* În cuprinsul acestui capitol se discută : motivarea metodologiei lucrărilor de explorare adoptate în funcţie de tipul zăcămîntului, volumul lucrărilor executate şi gradul de explorare al zăcămîntului la suprafaţă şi în adîncime ; motivarea distanţelor dintre lucrările şi profilele de explorare ; modul de străbatere a corpurilor de substanţă minerală utilă prin sondaje şi de extragere a carotelor ; recuperarea realizată în util şi în formaţiile sterile ; lucrările care nu au fost luate în considerare la calculul rezervelor şi motivarea excluderii lor ; metoda de colectare a probelor din lucrările miniere şi din sondaje, justificarea ei, motivarea distanţelor dintre probe, numărul, locul prelucrării probelor ; felul analizelor (chimice, mineralogice, petrografice, paleontologice etc.); metoda de colectare a probelor pentru încercări tehnologice şi justificarea ei.

Se vor da indicaţii asupra hărţilor utilizate, atît geologice, cît şi topografice, insistîndu-se asupra acelor întocmite în fazele de prospecţiune sau de explorare. Se va preciza suprafaţa cartată, scara hărţii, precum şi gradul de precizie al elementelor de cartare. De asemenea se va arăta ce alte lucrări de prospecţiune au fost efectuate în regiune şi rezultatele obţinute, caracterizîndu-se în special metoda de prospecţiune geofizică şi geochimică.

5) *Geologia zăcămîntului* constituie capitolul principal al raportului şi trebuie tratat amănunţit, folosindu-se toate rezultatele obţinute prin lucrările de cartare, prospecţiune şi explorare. Ele cuprind următoarele subcapitole :

Stratigrafia, în care se face descrierea detaliată a formaţiei productive după indicaţia dată la stratigrafia regiunii. Unitatea stratigrafică descrisă se împarte în subunităţi (etajele în orizonturi, orizonturile în nivel etc.)

Descrierea complexului de roci se face de jos în sus şi strat cu strat, insistîndu-se în special asupra stratelor-reper şi a celor mai caracteristice, care servesc la corelare. Complexul respectiv va fi descris litologic, mineralogic şi paleontologic.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru fiecare unitate stratigrafică se vor indica schimbările de facies, grosimile și variațiile lor. Poziția corpului de substanță minerală utilă va fi menționată în profilul stratigrafic.

În cazul rocilor metamorfice și eruptive vor fi descrise detaliat seriile metamorfice sau formele de zăcământ ale corpurilor magmatice, structura, textura și compoziția mineralogică a rocilor. Pentru rocile metamorfice vor fi descrise și zonele de metamorfism, iar pentru rocile eruptive fenomenele de contact, mineralizările etc.

Dacă zăcământul este situat într-un complex de roci metamorfice sau roci eruptive, atunci subcapitolul „stratigrafia" va fi denumit „pentografia".

Tectonica cuprinde descrierea amănunțită a structurii în care este localizat zăcământul, dîndu-se o caracterizare completă a tuturor cutelor, faliilor și încălecărilor. Se va face corelarea între elementele tectonice ale zăcământului, cu cele ale regiunii în care se încadrează.

La corpurile de substanță minerală utilă se arată poziția lor în cuprinsul structurii, numărul, forma, dimensiunile corpurilor și modul cum se termină (brusc, efilare, ramificare etc.); clasificarea corpurilor după compoziția mineralogică, chimică, granulometrică, apoi structura și textura lor; modificările ulterioare ale rocilor care cuprind substanța minerală utilă, conținutul în componenți utili și dăunători ai corpului de substanță minerală utilă, variația lor pe grosime, direcție și înclinare; existența intercalațiilor sterile, descrierea petrografică a rocilor din culcuș și acoperiș; justificarea geologică a blocurilor în care se subdivid corpurile.

Geneza va expune condițiile și procesele geologice care au dus la formarea zăcământului.

6) *Caracteristicile calitative și tehnologice ale substanței minerale utile.* Pentru a pune în evidență aceste caracteristici se vor arăta: compoziția mineralogică (macroscopică și microscopică) a corpurilor de substanță minerală utilă și variația acesteia în cuprinsul zăcământului pe direcție și înclinare; sorturile industriale și justificarea lor; componenții principali, accesorii și dăunătorii pentru fiecare corp de substanță minerală utilă și pentru fiecare sort industrial, ca și variațiile acestora în cuprinsul zăcământului; rezultatele și interpretarea analizelor de control intern și extern; conținutul mediu sau calitatea medie pentru categoriile *A* și *B* și conținutul mediu informativ sau calitatea medie informativă pentru categoria C_1; măsura în care aceste caracteristici ca-

Scanned with OKEN Scanner

litative corespund standardelor de stat sau normelor interne, aprobate, ale organizațiilor care exploatează substanța minerală respectivă ; rezultatele încercărilor tehnologice de laborator, în stații pilot sau pe scară industrială ; posibilitățile de utilizare industrială, concluziile institutelor care au întreprins cercetările tehnologice, la care se anexează certificatele eliberate de acestea ; concluziile asupra proprietăților fizico-chimice și tehnologice ale substanței minerale utile. Pentru hidrocarburi se vor prezenta analize complete ale petrolului, gazelor și apelor din fiecare orizont protector.

7) *Condițiile hidrogeologice ale zăcământului.* Acest capitol va cuprinde : metodica cercetărilor hidrogeologice, lucrările hidrogeologice executate și motivarea distanțelor dintre ele ; date asupra formațiilor acvifere (orizonturi, complexe, pachete, strate) și caracteristicile lor : număr, grosime, adîncime, poziția față de zăcămînt, alcătuirea litologică, granulație, conținut în argilă, prezența gazelor etc. ; caracterizarea parametrilor hidrogeologici : porozitate, coeficient de filtrație, coeficient de cedare, debit, presiune, nivel hidrostatic, direcția de curgere etc. ; sursele de alimentare ale formațiilor acvifere, nivelul hidrostatic al apelor freatice precizat cu ajutorul forajelor și puțurilor, caracteristicile fizico-mecanice ale formațiilor acvifere, influența apei asupra stării de agregare a rocilor din culcuș, acoperiș și din formațiile sterile ; caracteristicile fizico-chimice ale apelor din formațiile acvifere și potabilitatea lor ; interpretări privind posibilitățile de asecare pe baza datelor obținute prin pompări experimentale ; măsura în care lucrările hidrogeologice executate modifică situația rezervelor confirmate anterior (volum, grupă, categorie) ; concluzii privind caracterizarea hidrogeologică a zăcămîntului și influența apelor asupra desfășurării procesului de exploatare.

8) *Condițiile tehnico-miniere de exploatare.* În acest capitol se tratează : proprietățile fizico-mecanice ale zăcămîntului și rocilor înconjurătoare, alcătuirea litologică a formațiilor care cuprind zăcămîntul și modul lor de comportare în procesul de exploatare ; factorii geologici și minieri care îngreunează exploatarea și impun măsuri speciale ; metoda de exploatare a zăcămîntului, coeficientul de exploatare și coeficientul de dezvelire ; concluzii privind condițiile tehnico-miniere de exploatare.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru hidrocarburi se vor prezenta : caracterizarea sistemului de exploatare proiectat sau folosit, rezultatele exploatării de probă și date asupra factorului de recuperare cu analiza posibiltăților de creștere în viitor.

Concluzii. În încheierea părții care privește situația geologică se subliniază unele concluzii referitoare la gradul de cunoaștere a geologiei regiunii și zăcămîntului, la rezultatele lucrărilor de explorare și la caracteristicile calitative și tehnologice ale substanței minerale utile. Se vor face, de asemenea, propuneri pentru continuarea lucrărilor de explorare în viitor.

b. **Calculul rezervelor.** Partea a doua a raportului cuprinde toate elementele pe care se sprijină calculul rezervelor, metoda de calcul utilizată, elementele care justifică încadrarea în grupe și categorii, mișcarea rezervelor după ultima confirmare și concluzii.

1) *Metoda de calcul.* Se va da explicația necesară asupra metodei de calcul folosită în evaluarea rezervelor.

Determinarea parametrilor și calculul rezervelor. Aici vor fi tratate următoarele probleme : suprafața de calcul, metoda utilizată pentru determinarea acesteia și motivarea conturului suprafeței (contur interior și contur exterior, sonde productive și sonde sterile) ; metoda de determinare a grosimii, apoi a grosimii medii și justificarea grosimilor minime luate în considerare ; metoda de determinare a greutății volumetrice și motivarea valorii medii a acesteia, adoptată în calcul, conținutul în componenți principali, accesori și dăunători, determinarea conținutului mediu și cazul probelor cu conținuturi excepționale ; justificarea folosirii coeficienților de corecție pentru determinarea valorii medii a grosimii, a conținutului și a greutății volumetrice, apoi a coeficienților de corecție datorită umidității, a coeficientului de mineralizare, a coeficientului de corecție al conținutului pe baza analizelor de control etc. ; porozitatea, saturația în hidrocarburi, factorul micșorării de volum, coeficientul de abatere de la legea gazelor perfecte, coeficientul de corecție pentru temperatură ; calculul rezervelor și justificarea încadrării lor în grupe și categorii, pe blocuri, corpuri de substanță minerală utilă, sectoare, mine, zăcăminte etc. ; justificarea distanțelor de extrapolare pentru fiecare caz în parte ; rezervele propuse spre confirmare pe corpuri de substanță minerală utilă, sectoare, mine, zăcăminte etc. În cazul cînd calculul rezervelor se efectuează pe o porțiune care acoperă chiar parțial o suprafață cu rezerve con-

Scanned with OKEN Scanner

firmate anterior, atunci se va face o recalculare generală a rezervelor în limitele acestor conturi și se vor justifica diferențele.

2) *Concluzii*. Raportul se încheie cu discuții privind mișcarea rezervelor după ultima confirmare, compararea acestora și justificarea modificărilor survenite. Pe baza noilor rezultate se vor argumenta temeinic identificările, promovările, recalculările și trecerile dintr-o grupă în alta. Propunerile de scoatere a unor rezerve din grupa de bilanț vor fi, de asemenea, bine motivate, avînd la bază calcule sau studii tehnico-economice. Se fac apoi aprecieri asupra importanței economice a substanței minerale utile și a rezervei calculate, luînd în considerare și conținutul în componenți utili accesorii. De asemenea, va fi subliniată perspectiva pe care o oferă zăcămîntul, oportunitatea continuării lucrărilor de explorare în extindere sau în alte zone din regiune, eficiența și volumul lucrărilor executate etc. În continuare se fac propuneri de îmbunătățire a procesului de explorare pentru etapa următoare.

c. **Anexe la text.** În această parte a raportului vor fi indicate planurile topografice utilizate (sistem de referință și proiecție, scară, echidistanță, precizie), triangulațiile existente în zonă și punctele principale (coordonatele lor) care au stat la baza ridicărilor.

Se fac descrieri amănunțite pentru toate aflorimentele, dezvelirile, șanțurile, puțurile, galeriile, suitorile, planele înclinate, nișele, carotele obținute prin sondaje etc. Pentru fiecare lucrare în parte vor fi indicate și observațiile hidrogeologice efectuate ; pentru galerii și puțuri — stratele de apă și „borchișuri" întîlnite ; pentru foraje — ivirile de apă, variațiile de densitate și calitate ale noroiului de foraj, pierderile de noroi, indicații deduse din carotajele geofizice, date de cavernometrie etc.

d. **Material grafic și tabele.** Numărul materialelor grafice și tabelelor depinde de volumul lucrărilor executate, dar în orice caz trebuie să fie suficient de mare pentru a justifica afirmațiile și concluziile din raport și pentru a permite înțelegerea mai ușoară a textului. O parte din materialele grafice vor privi situația geologică (regiune și zăcămînt), altă parte, împreună cu tabelele, se vor referi la calculul rezervelor.

Material grafic privind situația geologică. Printre acestea se enumeră :

Scanned with OKEN Scanner

— harta în coordonate oficiale a regiunii la scara 1 : 200 000 sau 1 : 100 000, cu indicarea căilor de comunicație, a cursurilor de apă principale, a localităților, a zăcămintelor mai importante și conturul zonei cercetate ;

— harta geologică a regiunii zăcămîntului la scara 1 : 50 000, 1 : 25 000, 1 : 10 000, care va cuprinde lucrările principale de prospecțiune, explorare și exploatare executate în decursul timpului, precum și conturul zăcămîntului ;

— secțiuni geologice transversale și longitudinale prin regiunea zăcămîntului, la scara hărții ;

— harta geologică a zăcămîntului la scara 1 : 5 000 sau 1 : 2 000, cu amplasamentele tuturor lucrărilor de prospecțiune, explorare și exploatare, vechi și recente :

— secțiuni geologice transversale și longitudinale, la scara hărții, dar corelate cu datele de prospecțiune, explorare și exploatare ; direcția secțiunilor se marchează pe hartă ;

— harta hidrogeologică a regiunii zăcămîntului, la scara 1:50 000, 1:25 000 sau 1:10 000 ;

— secțiuni de interpretare hidrogeologică, transversale și longitudinale ;

— profile geologice ale sondelor hidrogeologice, la scara 1:200—1:50, completate cu date hidrogeologice ;

— harta litologică a acoperișului și culcușului fiecărui strat de substanță minerală utilă, la scara 1:5 000, 1:2 000 sau 1:1 000 ;

— harta geologo-tehnică a zăcămîntului, la scara 1:25 000, 1:10 000 sau 1:5 000 ;

— diagrame cu caracteristicile hidrogeologice.

Material grafic privind calculul rezervelor. Dintre materialele grafice, mai importante sînt :

— schița perimetrului care cuprinde zăcămîntul, cu indicarea cîtorva puncte de reper permanente, a lucrărilor de explorare și exploatare, coordonatele topografice și conturul rezervelor de la fiecare confirmare anterioară ;

— planul de ansamblu cu întreg perimetrul pentru care se calculează rezervele, în care se trec lucrările de prospecțiune, explorare și exploatare, vechi și recente, conturul rezervelor *B*, C_1 și C_2, precum și conturul cîmpurilor miniere de exploatare ; astfel de planuri se întocmesc pentru zăcămintele care au o mare extindere în suprafață ;

— harta structurală a fiecărui corp de substanță minerală utilă, la scara 1:10 000—1:2 000.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru hidrocarburi se vor prezenta hărți structurale la scara 1:5 000—1:50 000 la acoperișul sau culcușul fiecărui orizont productiv sau unitate stratigrafică pentru care se face calculul rezervelor. Se vor prezenta de asemenea hărți care caracterizează variația celorlalți parametri ce intră în calculul rezervelor (grosime, permeabilitate, presiune etc.).

— harta cu izopahitele corpului de substanță minerală utilă la scara 1:10 000—1:2 000 ;

— planul de ansamblu al minei sau al sectorului de explorare, la scara 1:2 000, 1:1 000, sau 1:500, completat la zi cu toate lucrările și datele geologice ;

— planul de situație pentru fiecare corp de substanță minerală utilă, la scara 1:10 000—1:500, completat la zi cu lucrările și datele geologice ;

— planul de orizont, la scara 1:2 000, 1:1 000 sau 1:500, completat la zi cu lucrările și datele geologice interpretate.

— secțiuni verticale, transversale și longitudinale, prin zăcământ, necesare calculului rezervelor, la scara 1:2 000 1 : 1 000 sau 1 : 500 ; ele vor conține conturul blocurilor sau panourilor de calcul și a corpului respectiv ;

— proiecții ortogonale ale zăcământului, necesare calculului de rezerve, la scara 1:2 000, 1:1 000 sau 1:500, care vor cuprinde conturul blocurilor sau panourilor de calcul. Pe fiecare unitate de calcul se va trece numărul de ordine, suprafața, grosimea medie, greutatea volumetrică, conținutul mediu în componenți utili și rezerva de minereu. Pentru a se putea urmări evoluția rezervelor, datorită identificărilor și recalculărilor, se va indica cu o linie diferit colorată, sau punctată, conturul rezervelor confirmate anterior.

— profile geologice ale sondelor la scara 1:1 000—1:50 ;

— diagramele de investigație geofizică ;

— cartarea desfășurată a lucrărilor miniere la scara 1:100—1:50 ;

— planurile de probare la scara 1:2 000, 1:1 000 sau 1:500 ;

— bloc-diagrame cu reprezentarea structurii zăcământului.

Tabele privind calculul rezervelor. Aceste tabele trebuie să cuprindă toate datele inițiale și intermediare obținute în timpul calculului și să permită verificarea fără dificultăți a tuturor operațiilor efectuate. Ordinea în care vor fi dispuse coloanele trebuie să corespundă cu mersul operațiilor de calcul. Tabelele cele mai însemnate sînt : tabelele cu calculul suprafețelor, a grosimilor medii, a conținuturilor medii în componenți utili principali și accesorii, și în componenți dăunători, a greutății volumetrice medii și a umidității medii ;

Scanned with OKEN Scanner

tabele cu proprietățile fizico-mecanice ale substanțelor minerale utile; tabele cu rezultatele probării sondelor pe intervale, cu debitele obținute, presiunile măsurate etc., apoi cu rezultatele analizelor de laborator privind determinarea porozității, permeabilității, saturației cu apă și petrol, calitatea petrolului, gazelor și apelor de zăcămînt; tabele cu calculul rezervelor de substanță minerală utiă și de componenți utili, care vor cuprinde toți parametrii de calcul în ordinea folosirii lor, pe unități de calcul, categorii de rezerve și corpuri; tabele centralizatoare cu rezervele calculate pentru substanța minerală utilă și pentru componenți utili, pe corpuri, sectoare, mine, zăcăminte etc., iar în cadrul acestora pe sorturi industriale, grupe și categorii; buletine de analiză sau tabele cu rezultatele analizelor de laborator (fizico-chimice, tehnologice etc.); tabele comparative cu rezultatele analizelor de bază, de control intern și extern, cu indicarea diferențelor; tabele cu rezultatele încercărilor geotehnice ale rocilor înconjurătoare și cu caracteristicile hidrogeologice; tabele cu devierile sondelor, coordonatele locațiilor și ale lucrărilor miniere principale; tabele cu coordonatele punctelor topografice principale din rețeaua de sprijin a ridicărilor; date normative prevăzute în standardele de stat și în normele interne ale diferitelor ministere, pentru condițiile industriale și tehnico-miniere de exploatare.

2. Prezentarea raportului geologic pentru confirmarea rezervelor

Raportul geologic cu rezerve de substanțe minerale utile, întocmit de organizația de explorare, se înaintează Comisiei Republicane de Rezerve (C.R.R.) pentru confirmare. El se trimite în două exemplare, însoțit de un referat al organizației centrale. Din acest referat trebuie să rezulte faptul că rapoartele au fost verificate și corespund din punct de vedere topografic și geologic, că datele asupra cantității și calității rezervelor sînt exacte, iar încadrarea în categorii și repartizarea în grupele de bilanț sau în afară de bilanț s-au făcut corect.

Rezervele de substanțe minerale utile se confirmă după terminarea unei etape de explorare, cînd zăcămîntul urmează a fi predat altei organizații pentru continuarea lucrărilor de explorare sau pentru elaborarea proiectului de exploatare, precum și în funcție de alte necesități. La încheierea lucrări-

Scanned with OKEN Scanner

lor de explorare se va întocmi o documentație de sinteză, cuprinzînd întreaga situație a rezervelor, care va fi apoi prezentată C.R.R. pentru confirmare. Rezervele urmează să fie confirmate și periodic în următoarele cazuri: pentru zăcămintele la care au intervenit transformări însemnate în situația rezervelor (cel puțin 20% din volum) datorită lucrărilor de explorare executate după ultima confirmare; pentru substanțele minerale utile necesare economiei naționale; pentru zăcămintele la care s-au schimbat condițiile industriale de exploatare și valorificare; precum și pentru acelea indicate de C.R.R.

În cazul cînd raportul se prezintă la confirmare pentru a doua oară, materialul documentar va cuprinde în rezumat situația geologică, iar în detaliu rezultatele lucrărilor noi executate, precum și situația rezervelor.

Dacă prin lucrările de explorare, executate după ultima confirmare, au rezultat elemente noi care modifică simțitor situația cunoscută, capitolele respective trebuie să fie refăcute în întregime. De asemenea, prin apariția de elemente noi în mai mulți ani consecutivi, care aduc transformări în caracteristicile geologico-economice, documentația se va reface în funcție de necesitatea cunoașterii în ansamblu a zăcămîntului, ca și pentru punerea lui în exploatare.

Pentru confirmarea rezervelor, rapoartele geologice cu calculul rezervelor se vor întocmi în conformitate cu instrucțiunile următoare:

— instrucțiuni pentru întocmirea rapoartelor geologice cu calculul rezervelor de substanțe minerale utile solide;

— instrucțiuni pentru întocmirea rapoartelor geologice cu calculul rezervelor de petrol și gaze naturale combustibile.

Scanned with OKEN Scanner

PARTEA A DOUA

PROSPECTAREA ȘI EXPLORAREA ZĂCĂMINTELOR DE SUBSTANȚE MINERALE UTILE

CAPITOLUL VII

ZĂCĂMINTE METALIFERE ȘI NEMETALIFERE

Cercetarea geologică a unei regiuni în vederea descoperirii unor corpuri de substanțe minerale utile și valorificării lor industriale se face în mod progresiv ; inițial ea are un caracter general, interesînd suprafețe mari și ulterior un caracter de detaliu, localizată în zonele cu perspective economice. O astfel de succesiune este absolut necesară pentru a asigura toate condițiile favorabile unor cercetări sistematice și prin urmare cu o eficiență ridicată.

Pentru orientarea lucrărilor de prospecțiune este absolut necesar să se cunoască premisele geologice, acordîndu-se importanța cuvenită fiecărui factor care ajută la descifrarea structurilor geologice favorabile acumulărilor de substanțe minerale utile.

Deoarece zăcămintele metalifere și nemetalifere se găsesc în diferite condiții geologice și au forme și dimensiuni variate, adesea prezentînd o tectonică destul de complicată, și metodologia lucrărilor de prospecțiune și mai ales a lucrărilor de explorare prezintă anumite particularități.

A. PROSPECȚIUNEA

În prospectarea corpurilor de substanță minerală utilă trebuie să se acorde o importanță deosebită condițiilor geologice și morfologice ale regiunii în care ele se găsesc și, de asemenea, particularităților legate de natura substanței ce se prospectează.

Pentru prospectarea corpurilor de substanțe minerale utile *deschise de eroziune* se pot aplica cu mult succes metodele

Scanned with OKEN Scanner

geologice de prospecțiune, cu toate că în anumite cazuri se impune combinarea acestora cu celelalte metode de prospecțiune.

În astfel de condiții geologice, inițial se execută lucrări de prospecțiune prin cartare geologică, cînd se folosesc toate indicațiile naturale directe și indirecte în vederea descifrării geologice a regiunii și identificării aflorimentelor de substanțe minerale utile. Porțiunile acoperite se cercetează cu ajutorul metodelor geofizice adecvate, cu lucrări miniere și foraje, pentru a preciza limitele dintre formații, grosimea depozitelor cuaternare, accidentele tectonice etc. Dacă aureolele de diseminare mecanică au o largă dezvoltare în regiune, atunci prospecțiunea prin cartare geologică în deschideri naturale și artificiale va fi însoțită de prospecțiunea prin cartare geologică pe bază de fragmente sau pe bază de concentrate de minerale grele.

O dată descifrată structura geologică, se conturează zonele în care urmează să se execute lucrările de prospecțiune geochimică sau geofizică de detaliu, în vederea descoperirii unor corpuri de substanțe minerale utile. Anomaliile geochimice și geofizice obținute prin aplicarea metodelor adecvate de prospecțiune se cercetează amănunțit prin lucrări miniere și prin foraje. Pălăriile de fier și aflorimentele de substanțe minerale utile identificate în timpul prospecțiunii prin cartare geologică se cercetează de asemenea prin lucrări miniere și foraje.

În cazul corpurilor de substanțe minerale utile *deschise în faze de eroziune vechi și acoperite transgresiv de formații mai tinere*, ca, de exemplu, zăcămîntul de fier de la Pălazu din Dobrogea, metodele geologice și geochimice de prospecțiune sînt mai puțin eficiente, deoarece structurile geologice purtătoare de substanțe minerale utile se găsesc la adîncimi mari, iar depozitele acoperitoare nu favorizează apariția aureolelor de diseminare mecanică și chimică. Identificarea acestor structuri geologice ascunse sub formațiile mai noi se poate face prin conjugarea metodelor geofizice cu prospecțiunea prin foraje și lucrări miniere.

O primă orientare în precizarea zonelor ce urmează să fie prospectate o dau hărțile de prognoză. Dacă suprafața de prospectat este relativ mare, se recomandă inițial lucrări de prospecțiune geofizică (magnetometrice sau radiometrice) din avion și ulterior lucrări de prospecțiune geofizică terestră.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul cînd suprafața de prospectat este relativ mică atunci se pot executa chiar din prima etapă lucrări de prospecțiune geofizică terestră, pe baza indicațiilor geologice.

Cercetările geofizice preliminare trebuie să ducă la o interpretare cît mai judicioasă a structurii geologice de ansamblu și a condițiilor geologice favorabile unor acumulări de substanțe minerale utile. Prin aplicarea metodei gravimetrice sau electrometrice (metoda curenților telurici) se obțin informații asupra reliefului fundamentului acoperit de formațiile ce alcătuiesc cuvertura sedimentară. Seismometria de refracție dă, de asemenea, informații referitoare la grosimea depozitelor sedimentare acoperitoare precum și la structura acestora.

Paralel cu gravimetria se execută și lucrări de prospecțiune magnetometrică, lucrări care, în prezența unor efecte magnetice puternice vor pune în evidență toate anomaliile provocate de acumulările de minereuri feromagnetice din adîncime.

Anomaliile magnetice și gravimetrice obținute în faza preliminară se cercetează în detaliu prin aceleași metode, pentru a contura mai precis, în suprafață, corpurile perturbante și pentru a aprecia pe cît posibil mai aproape de realitate, ordinul de mărime al adîncimilor la care sînt situate acestea. În cazul rocilor sedimentare, seismometria de reflexie, ca și electrometria (S.E.V.) pot oferi date mai precise referitoare la adîncimea la care se găsește elementul geologic purtător de substanțe minerale utile.

Lucrările de prospecțiune geofizică trebuie să fie însoțite și urmate de lucrări miniere și foraje pentru cercetarea anomaliilor, în vederea identificării corpurilor perturbante și precizării structurii geologice a regiunii.

Prospectarea corpurilor de substanțe minerale utile *nedeschise încă de eroziune*, cum sînt, de exemplu, acelea de baritină de la Somova din Dobrogea, unele zăcăminte de pirită cupriferă și de sulfuri polimetalice din cristalinul Carpaților Orientali, unele zăcăminte asociate vulcanismului neogen etc., se face în general prin combinarea diferitelor metode de prospecțiune.

Cu ajutorul hărților de prognoză se delimitează zonele în care apar structurile geologice nedeschise încă de eroziune, dar care prezintă condiții favorabile descoperirii unor substanțe minerale utile. În cuprinsul acestor zone se efectuează inițial lucrări de prospecțiune prin cartare geologică în aflorimente, folosind toate indicațiile naturale directe și

Scanned with OKEN Scanner

indirecte, în vederea descifrării structurii geologice și delimitării suprafețelor în care urmează să se execute lucrări de prospecțiune geochimică, geofizică sau direct foraje și lucrări miniere.

Metodele geochimice de prospecțiune (pedogeochimice, litogeochimice, hidrogeochimice și biogeochimice) se pot aplica în porțiunile de teren în care au fost identificate aureolele geochimice. Din forajele amplasate în zonele cu alterații hidrotermale sau în aureolele geochimice primare se iau probe în mod sistematic și se cercetează petrografic și chimic, pentru obținerea unor informații suplimentare referitoare la existența substanțelor minerale utile în structura geologică respectivă. Metodele geofizice de prospecțiune (gavimetrice, magnetometrice, electrometrice, seismometrice și radiometrice) se aplică de asemenea pe structurile geologice în care există indicații directe sau indirecte, cunoscute din cartarea geologică.

Anomaliile geochimice și geofizice se cercetează ulterior prin foraje și lucrări miniere. În aceste condiții geologice, metodele de cartare geologică pe baza concentratelor de minerale grele și pe baza fragmentelor nu mai sînt eficiente.

Prospectarea corpurilor de substanțe minerale utile aflate în *aceleași structuri geologice cu zăcămintele ce se găsesc în explorare sau în exploatare* este ușurată de faptul că se cunosc deja condițiile de formare ale substanțelor minerale utile și caracterele structurale ale regiunii.

Uneori, la identificarea corpurilor de substanțe minerale utile din apropierea zăcămintelor cunoscute se poate ajunge prin combinarea metodelor geologice de prospecțiune cu lucrări miniere și foraje. Așa, de exemplu, dacă un corp de minereu este localizat în șarniera unui anticlinal și are o poziție stratigrafică bine determinată, atunci prin cartarea geologică în extinderea zonelor cunoscute, și prin intermediul forajelor sau lucrărilor miniere, se poate ajunge la identificarea unor noi acumulări de substanțe minerale utile în șarnierele anticlinalelor ce aparțin la aceiași structură geologică.

Alteori, pentru descoperirea corpurilor de substanțe minerale utile din apropierea zăcămintelor cunoscute sînt necesare lucrări de prospecțiune prin cartare, conjugate cu prospecțiunea geofizică, cu lucrări miniere și cu foraje. Această metodologie se aplică în general pentru corpurile deschise de eroziune și acoperite transgresiv de formații mai

Scanned with OKEN Scanner

tinere, așa cum este, de exemplu, cazul zăcămîntului de fier din bazinul Streiului, care reprezintă continuarea spre est, pe sub depozitele cretacice și tortoniene, a zăcămîntului de la Teliuc.

Există cazuri frecvente cînd identificarea corpurilor de substanțe minerale utile din apropierea zăcămintelor aflate în explorare sau în exploatare se poate face numai prin combinarea metodei de prospecțiune prin cartare geologică în deschideri naturale și artificiale cu metodele geochimice sau geofizice de prospecțiune; anomaliile geochimice sau geofizice se cercetează, în continuare, prin lucrări miniere și foraje. O astfel de conjugare a metodelor de prospecțiune este necesară în cazul corpurilor de substanțe minerale utile nedeschise de eroziune, ca, de exemplu, în cazul zăcămîntului de mangan de la Răzoare, zăcămîntului polimetalic de la Murcelul Mic etc.

B. EXPLORAREA

Explorarea zăcămintelor metalifere și a zăcămintelor nemetalifere se execută cu lucrări miniere, cu foraje sau cu lucrări combinate (miniere și de foraj), în funcție de anumite caracteristice geologice ale zăcămintelor.

În cele ce urmează ne vom opri asupra metodologiei lucrărilor de explorare a zăcămintelor de minereuri, a zăcămintelor de săruri, a zăcămintelor nemetalifere și de roci utile, ca și asupra particularităților explorării zăcămintelor detritice.

1. Explorarea zăcămintelor de minereuri

Grupele de zăcăminte de minereuri. În mod convențional, zăcămintele de minereuri, ca și alte zăcăminte de substanțe minerale utile, pot fi împărțite în trei grupe, în funcție de factorii naturali care determină metodologia lucrărilor de explorare.

Grupa I. În această grupă intră corpurile de minereu cu dimensiuni mari și foarte mari, fără deranjamente tectonice, cu formă constantă, cu o variație neînsemnată a grosimii, cu o mineralizație continuă și cu o distribuție uniformă a componenților utili.

Scanned with OKEN Scanner

Grupa II. Cuprinde corpurile de minereu cu dimensiuni mari și mijlocii, cu forme și grosimi variabile, cu o mineralizație continuă sau discontinuă și cu o repartiție neuniformă a componenților utili.

În cazul minereurilor de cupru și a minereurilor polimetalice din țara noastră, această grupă se împarte în subgrupele *a* și *b*, care cuprind toate elementele necesare definirii gradului de explorare a zăcămintelor respective, în vederea determinării anumitor categorii de rezerve.

Grupa III. La această grupă intră corpurile de minereu cu o structură complicată și foarte complicată, cu forme și grosimi foarte variabile, cu o mineralizație discontinuă și cu o distribuție foarte neuniformă a componenților utili.

În cazul minereurilor auro-argentifere, a minereurilor de fier și a minereurilor de mangan din țara noastră, această grupă se împarte în subgrupele *a* și *b*, pentru a sublinia elementele necesare definirii gradului de explorare a zăcămintelor respective, în vederea determinării anumitor categorii de rezerve.

Metodologia lucrărilor de explorare a zăcămintelor de minereuri. Pentru a sublinia particularitățile explorării zăcămintelor de minereuri se vor examina cazurile care prezintă cele mai variate tipuri morfologice (corpuri stratiforme, corpuri neregulate, volburi, filoane, lentile, impregnații etc.) și prin urmare aspecte cît mai variate ale explorării. Astfel de exemple pot oferi zăcămintele de fier, mangan, cupru, polimetalice și auro-argentifere.

1) *Zăcăminte de fier și mangan.* Zăcămintele de fier și mangan din țara noastră aparțin grupelor II și III ; ele formează corpuri neregulate, corpuri stratiforme, corpuri lenticulare, cuiburi, impregnații etc. Explorarea acestora se execută inițial în porțiunile superioare, prin dezveliri, șanțuri, puțuri de mînă, galerii de coastă și suitori, iar ulterior se extinde în adîncime, cînd se utilizează lucrări miniere, foraje sau lucrări combinate (miniere și de foraj).

În general, *lucrările miniere* sînt utilizate la explorarea zăcămintelor din grupa III, aflate în regiuni accidentate, la obținerea unor detalii în zone de afloriment pentru zăcămintele din grupa I și II, la delimitarea sorturilor de minereu, la colectarea probelor tehnologice etc.

Zăcămintele cu grosime mică, indiferent de înclinare, se cercetează prin plane înclinate sau prin galerii direcționale și suitori.

Scanned with OKEN Scanner

Zăcămintele cu grosime mare și mijlocie și cu înclinare mare se explorează prin galerii direcționale, suitori, galerii transversale și nișe; în cazul zăcămintelor cu grosime mai mare de 40—50 m, se pot săpa la același orizont mai multe galerii direcționale.

Zăcămintele cu grosime mare și mijlocie și cu înclinare mică sau medie se explorează prin galerii direcționale, din care se sapă galerii transversale și suitori verticale; uneori, pentru precizarea grosimii zăcămîntului se folosesc foraje subterane.

Distanțele dintre lucrările miniere de explorare se stabilesc în raport cu grupele de zăcămînt și cu categoriile de rezerve ce urmează să fie determinate. Ele sînt redate, cu caracter informativ, în tabela 11.

Tabela 11

Distanțele dintre lucrările miniere la explorarea zăcămintelor de fier și mangan[1]

Categoria de rezerve	Grupa de zăcămînt	Subgrupa de zăcămînt	Distanța maximă în plan orizontal, în m		Distanța maximă pe înclinare, în m	
			Galerii transversale sau nișe din galerii direcționale	Lucrări direcționale	Galerii direcționale	Nișe din lucrări verticale sau înclinate
A	I	—	100	150	100	—
	II	—	50	100	50	—
	III	*a*	—	—	—	—
		b	—	—	—	—
B	I		300	—	120	—
			200	300	200	—
	II		100	200	100	—
	III	*a*	50	100	50	—
		b	25	100	30—50	15—25
C_1	I		400—500	—	200—250	—
	II		200	—	100—150	—
	III	*a*	150	200	75	—
			100		100	—
		b	50	200	60—100	—

[1] Distanțele indicate între lucrările miniere și între foraje la explorarea zăcămintelor de minereuri, a zăcămintelor de săruri, a zăcămintelor de petrol și gaze și a zăcămintelor de cărbuni sînt luate din instrucțiunile Comisiei Republicane de Rezerve de pe lîngă Comitetul Geologic. În multe cazuri, tabelele au fost prezentate simplificat. Distanțele din tabele au un caracter orientativ; ele pot fi mărite sau micșorate în funcție de particularitățile geologice ale zăcămîntului.

Scanned with OKEN Scanner

Utilizarea *forajelor* se recomandă în cazul corpurilor stratiforme, cu o înclinare mică sau medie, cu o repartiție uniformă a componenților utili, situate în regiuni în care reliefuI este neaccidentat. Distanțele recomandate între foraje sînt prezentate în tabela 12.

Tabela 12

Distanțele dintre foraje la explorarea zăcămintelor de fier și de mangan

Categoria de rezerve	Grupa de zăcămînt	Subgrupa de zăcămînt	Distanța maximă pe direcție, în m	Distanța maximă pe înclinare, în m
A	I	—	150	70
	II	—	—	—
	III	*a*	—	—
		b	—	—
B	I	—	200	200
	II	—	100	75
	III	*a*	—	—
		b	—	—
C_1	I	—	600 la zăcămintele de fier 500 la zăcămintele de mangan	200
	II	—	200	150
	III	*a*	150	75
		b	100	50

Luarea probior din lucrările miniere se face, în general, prin metoda brazdelor cu secțiune redusă sau prin metoda punctelor. Din deschiderile naturale și din lucrările miniere de suprafață, probele se calculează prin metoda răzuirii și prin metoda globală. Porțiunile de trecere dintre oxizi, silicați și carbonați se probează prin metoda răzuirii.

Amplasarea și orientarea brazdelor depinde de grosimea și înclinarea zăcămîntului. Astfel, în cazul zăcămintelor cu grosime mică, probele se iau prin brazde verticale, înclinate sau orizontale, după cum înclinarea corpurilor de minereu este mai mare sau mai mică.

Din zăcămintele cu grosime mare și înclinare mică, probele se colectează prin brazde verticale continue. Zăcămintele cu grosime mare și înclinare medie se probează prin

Scanned with OKEN Scanner

brazde înclinate, care se împart în secțiuni dispuse în trepte; brazdele se amplasează în galerii transversale, în nișe și în suitori verticale. Din zăcămintele cu grosime mare și înclinare mare, probele se iau prin brazde orizontale, uneori împărțite în secțiuni ale căror lungime variază de la 0,5—5 m; brazdele se amplasează în galerii transversale și în nișe.

Dimensiunile transversale ale brazdelor vor fi de 5×10 cm, iar distanțele dintre brazdele verticale și dintre brazdele înclinate pot varia de la 3—10 m.

În cazul explorării prin foraje, probele se iau din carote, iar pentru o orientare generală, din detritus.

Calculul rezervelor se efectuează de obicei prin metoda blocurilor de exploatare, metoda blocurilor geologice și metoda secțiunilor orizontale sau verticale.

2) *Zăcăminte cuprifere.* Zăcămintele cuprifere din țara noastră se încadrează în grupele II și III; ele formează corpuri lenticulare, impregnații, volburi și filoane.

Explorarea porțiunilor superioare ale zăcământului se face, în general, prin lucrări miniere. De exemplu: puțurile de explorare se folosesc atunci cînd grosimea depozitelor acoperitoare este de 4—20 m; șanțurile sînt utilizate pentru cazul cînd depozitele acoperitoare au grosimi de 3—4 m; dezvelirile sînt folosite pentru porțiunile acoperite cu depozite cuaternare, a căror grosime este de 0,5—1 m.

Forajele sînt întrebuințate destul de rar la explorarea porțiunilor superioare ale zăcământului și anume cînd grosimea depozitelor acoperitoare este mai mare de 20 m.

Explorarea în adîncime se execută prin foraje, prin lucrări miniere sau prin lucrări combinate (miniere și de foraj).

Utilizarea *lucrărilor miniere* are loc în cazul zăcămintelor cu grosime variabilă, cu înclinare mare și medie, cu o distribuție neuniformă și foarte neuniformă a componenților utili, situate în regiuni cu relief accidentat.

Zăcămintele cu grosime mică și foarte mică (filoane) se exploatează prin galerii direcționale, suitori și plane înclinate. Distanțele recomandate între lucrările de explorare sînt redate în tabela 13.

Zăcămintele cu grosime mare și cu înclinare mică se cercetează prin galerii direcționale, suitori, jompuri sau plane înclinate. În cazul zăcămintelor cu grosime mare și medie, și cu înclinare mare sau medie, explorarea se face prin galerii transversale sau nișe pentru determinarea grosimii; galeriile direcționale se sapă în culcușul corpului de minereu.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 13

Distanțele dintre lucrările miniere la explorarea zăcămintelor cuprifere și polimetalice cu grosime mică și foarte mică

Categoria de rezerve	Grupa de zăcămînt	Subgrupa de zăcămînt	Distanța pe direcție, în m	Distanța pe înclinare, în m
			Lucrări înclinate, în m	Galerii direcționale, în m
A	I	—	100—120	60—100
	II	*a*	60—100	50— 60
		b	50— 60	30— 50
	III	—	—	—
B	I	—	120	100—120
	II	*a*	100—120	60—100
		b	60—100	50— 60
	III	—	50—60	30— 50
C_1	I	—	—	150
	II	*a*	—	120
		b	—	100
	III	—	—	60
			120—180	100

Zăcămintele cu grosime foarte mare (volburi, unele lentile) se explorează prin galerii săpate pe direcția cu cea mai mare extindere sau pe direcția în care componenții utili prezintă o variație minimă. În vederea conturării zăcămîntului la orizontul respectiv vor fi săpate transversale sau nișe din aceste galerii.

Distanțele dintre lucrările miniere, la explorarea zăcămintelor cuprifere cu grosime medie și mare sînt prezentate, cu caracter informativ, în tabela 14.

Forajele se recomandă a fi întrebuințate la explorarea zăcămintelor cu dimensiuni mari, cu grosimi uniforme, cu înclinare mică sau medie, cu o distribuție uniformă a componenților utili, situate la adîncimi relativ mari și în regiuni cu relief neaccidentat. În general, zăcămintele cu înclinare medie se explorează prin foraje dirijate, iar cele cu înclinare mică prin foraje verticale. Distanțele recomandate între foraje se găsesc în tabela 15.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 14

Distanțele dintre lucrările miniere la explorarea zăcămintelor cuprifere și polimetalice cu grosime medie și mare

Categoria de rezerve	Grupa de zăcământ	Subgrupa de zăcământ	Distanța în plan orizontal, în m		Distanța pe înclinare, în m
			Galerii transversale sau nișe	Lucrări înclinate sau verticale	între orizonturi
A	I	—	50—60	60—100	50—60
	II	*a*	50—60	50— 60	30—50
		b	[1]	—	—
	III	—	—	—	—
B	I	—	50—60	100—120	60—100
	II	*a*	50—60	60—100	50— 60
		b	50—60	50— 60	30— 50
	III	—	[1]	—	
C_1	I	—	120	—	60—100
	II	*a*	50—60	—	60—100
		b	50—60	60—100	50—100
			25—50	—	50—100
	III	—	50—60	60—100	30— 50
			25—50	—	30— 50

[1] În cazuri excepționale se execută nișe din galerii direcționale și din suitori, la distanță de 15—25 m; distanțele dintre galeriile direcționale și suitori vor fi de 50—60 m, respectiv 30—50 m.

Tabela 15

Distanțele dintre foraje la explorarea zăcămintelor cuprifere și polimetalice

Categoria de rezerve	Grupa de zăcământ	Subgrupa de zăcământ	Distanța pe direcție, în m	Distanța pe înclinare, în m
A	I	—	50—60	30— 50
	II	*a*	—	—
		b	—	—
	III	—	—	—
B	I	—	60—100	50— 60
	II	*a*	50— 60	30— 50
		b	—	—
	III	—	—	—
C_1	I	—	100—120	60—100
	II	*a*	60—100	50— 60
		b	50—60	50
	III	—	50	30— 50

Scanned with OKEN Scanner

Luarea probelor din lucrările miniere se face în mod obișnuit prin brazde continui, deși nu este exclusă posibilitatea folosirii și a altor metode. Probele de control se iau prin metoda răzuirii, sau prin metoda globală.

Din zăcămintele cu grosime mai mică de 0,10 m, probele se colectează prin metoda răzuirii, indiferent de înclinarea lor, iar din zăcămintele cu grosime mai mare de 2 m și cu înclinare de 30°—60°, prin metoda brazdelor dispuse în trepte. În restul cazurilor se utilizează în general brazde orizontale, înclinate sau verticale continui ; alegerea tipului de brazdă se face în raport cu grosimea și înclinarea zăcămîntului, așa cum s-a arătat într-un capitol anterior ; totdeauna se iau probe și din rocile înconjurătoare slab mineralizate.

Dimensiunile transversale ale brazdelor vor fi de 5×10 cm, iar distanțele dintre acestea variază de la 2—6 m.

În condițiile explorării prin foraje, probele se recoltează obișnuit din carote, iar în cazul unei recuperări mai mici de 70%, probele se iau din carote și din detritus.

Calculul rezervelor se execută prin metoda blocurilor de exploatare, metoda blocurilor geologice și metoda secțiunilor orizontale sau verticale.

3) *Zăcăminte polimetalice.* Zăcămintele polimetalice din țara noastră aparțin exclusiv grupelor II și III ; ele formează filoane, stocuri, coloane, lentile etc.

Explorarea porțiunilor superioare ale zăcămîntului se execută prin șanțuri și puțuri de mînă. Pentru precizarea limitei dintre zona de alterație și zona primară se folosesc fie puțuri de mînă, fie suitori săpate din lucrările miniere subterane. În prezența unor zone mineralizate, care au grosimi mari și medii, această limită se determină prin intermediul unei rețele de foraje sau cu lucrările miniere indicate mai sus, din care se sapă galerii laterale.

Explorarea în adîncime se face cu foraje și cu lucrări miniere.

Lucrările miniere sînt folosite la explorarea zăcămintelor cu dimensiuni mici și mijlocii, cu structuri complexe și cu o distribuție neuniformă a componenților utili.

În cazul zăcămintelor cu grosime mică și foarte mică, explorarea se face cu galerii direcționale și suitori. Distanțele recomandate între lucrările de explorare sînt prezentate în tabela 13.

Zăcămintele cu grosime mare și medie se cercetează inițial prin galerii direcționale, săpate în culcușul corpului de minereu, din care se execută scurte galerii transversale pentru precizarea grosimii.

Distanțele dintre lucrările miniere la explorarea zăcămintelor cu grosime medie și mare se găsesc în tabela 14.

Pentru zăcămintele cu grosime foarte mare se recomandă săparea unei galerii pe direcția alungirii corpului de minereu sau pe direcția în care componenții utili arată o variație minimă ; aceste elemente sînt cunoscute în linii generale din cercetările anterioare. Pentru a determina grosimea corpului de minereu se execută galerii transversale.

În general, zăcămintele cu înclinare mică se explorează prin galerii săpate în culcușul acestora și prin suitori amplasate în galeriile direcționale.

Utilizarea *forajelor* este indicată la explorarea zăcămintelor cu dimensiuni mari, cu structură simplă, cu înclinare medie sau mică, cu o distribuție uniformă a componenților utili și situate în regiuni cu relief neaccidentat. Amplasarea acestora se face pe aliniamente sau în rețea.

Distanțele dintre foraje sînt redate informativ în tabela 15.

Luarea probelor din lucrările miniere se face prin brazde a căror amplasare și orientare se stabilește în raport cu grosimea și înclinarea zăcămîntului. În cazul corpurilor polimetalice din șisturile cristaline, brazdele se orientează perpendicular pe planurile de șistuozitate ale acestora.

La *foraje*, probele se iau din carote și cu caracter informativ din noroiul de foraj.

Calculul rezervelor se efectuează prin metoda blocurilor de exploatare, metoda blocurilor geologice și metoda secțiunilor orizontale sau verticale.

4) *Zăcăminte auro-argentifere*. Zăcămintele auro-argentifere din țara noastră se încadrează exclusiv în grupele II și III ; ele alcătuiesc filoane, stocuri, volburi etc.

Porțiunea superioară a zăcămîntului se cercetează prin dezveliri, șanțuri, puțuri și sondeze. Galeriile transversale se folosesc numai atunci cînd puțurile n-au interceptat corpul de minereu.

Explorarea în adîncime se efectuează prin lucrări miniere, prin foraje sau prin lucrări combinate (miniere și foraj).

Scanned with OKEN Scanner

Lucrările miniere sînt folosite la explorarea zăcămintelor cu grosime variabilă, cu înclinare mare sau medie, cu o repartiție neuniformă, foarte neuniformă și extrem de de neuniformă a componenților utili, situate în regiuni cu relief accidentat.

Zăcămintele cu grosime mică (filoane) se pot explora prin plane înclinate sau prin galerii direcționale și suitori.

Distanțele recomandate între lucrările miniere, la explorarea filoanelor auro-argentifere se găsesc în tabela 16.

Tabela 16

Distanțele dintre lucrările miniere la explorarea filoanelor auro-argentifere

Categoria de rezerve	Grupa de zăcămînt	Subgrupa de zăcămînt	Distanța pe direcție, în m		Distanța pe înclinare, în m	
			Galerii transversale sau nișe din galerii direcționale	Lucrări înclinate	Galerii direcționale	Nișe din lucrări înclinate sau verticale
A	I	—	30— 50	40—60	30—50	—
	II	—	20— 30	40—60	30—50	15—25
	III	*a*	—	—	—	—
		b	—	—	—	—
B	I	—	60— 90	120—180	30—50	—
	II	—	40— 60	80—120	30—50	—
	III	*a*	20— 30	40— 60	30—50	—
		b	—	—	—	—
C_1	I	—	60—100	—	120—150	—
	II	—	50— 60	—	100—120	—
	III	*a*	30— 50	—	60—100	—
		b	15— 30	—	30— 60	—

În cazul zăcămintelor cu grosime mare (lentile, filoane) și cu înclinare mare sau medie, explorarea se execută prin galerii direcționale, săpate în culcușul corpului de minereu, prin nișe și prin suitori; zăcămintele cu înclinare mică se explorează prin galerii direcționale, suitori, jompuri și plane înclinate.

Pentru explorarea zăcămintelor aproape izometrice (volburi, stocuri) și cu înclinare foarte mare și mare, se folosesc galerii direcționale combinate cu galerii transversale și cu nișe.

Scanned with OKEN Scanner

Distanțele dintre lucrările miniere la explorarea volburilor și stocurilor auro-argentifere sînt prezentate informativ în tabela 17.

Tabela 17

Distanțele dintre lucrările miniere la explorarea volburilor și stocurilor auro-argentifere

Categoria de rezerve	Grupa de zăcămînt	Subgrupa	Distanța dintre galeriile transversale sau nișele de la același orizont, în m	Distanța dintre orizonturi, în m
A	I	—	20—30	40—60
	II	—	15—20	20—40
	III	*a*	—	—
		b	—	—
B	I	—	20—30	60—80
	II	—	20—30	40—60
	III	*a*	15—20	20—40
		b	—	—
C_1	I	—	20—30	80—120
	II	—	20—30	60— 80
	III	*a*	20—30	40— 60
		b	15—20	20— 40

Forajele se recomandă la explorarea zăcămintelor cu dimensiune mare, cu grosime relativ constantă, cu înclinare mică sau medie, cu o repartiție uniformă a componenților utili, situate la adîncime relativ mare și în regiuni cu relief neaccidentat. Cu ajutorul forajelor cu carotaj continuu se explorează, în general, zăcămintele din grupa I și II.

Distanțele dintre forajele de explorare sînt prezentate, cu caracter informativ, în tabela 18.

Luarea probelor din lucrările miniere se face obișnuit prin brazde și mai rar prin găuri de mină sau răzuire. Probele chimice de control se recoltează prin metoda globală sau prin răzuire.

Din zăcămintele cu grosimi mai mici de 0,10 m, probele se iau prin brazde longitudinale sau prin răzuire, indiferent de înclinarea corpului de minereu. Zăcămintele cu grosimi mai mari de 0,10 m se probează prin brazde orizontale, înclinate sau verticale, în funcție de înclinarea corpului de minereu.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 18

Distanțele dintre foraje la explorarea zăcămintelor auro-argentifere

Categoria de rezerve	Grupa de zăcământ	Subgrupa de zăcământ	Distanța pe direcție, în m	Distanța pe înclinare, în m
A	I	—	30—50	30—40
	II	—	—	—
	III	*a*	—	—
		b	—	—
B	I	—	60—100	30—50
	II	—	40— 60	30—50
	III	*a*	—	—
		b	—	—
C_1	I	—	60—100	60—100
	II	—	60—100	30— 50
	III	*a*	30— 50	30— 50
		b	—	—

În porțiunile în care mineralizația indică o trecere gradată la rocile înconjurătoare sau în porțiunile în care mineralizația formează benzi cu conținuturi diferite de aur și în care se prevede o exploatare selectivă, probarea se execută pe secțiuni.

Distanța dintre brazde variază de la 1—3 m și rareori ajunge la 4 m.

În cazul forajelor, probele se iau în general din carote și numai în condițiile unui recuperaj scăzut se recurge și la detritus.

Calculul rezervelor se execută prin metoda blocurilor de exploatare și prin metoda secțiunilor verticale sau orizontale.

2. Explorarea zăcămintelor de săruri

În funcție de factorii naturali care determină metodologia lucrărilor de explorare se deosebesc trei grupe de zăcăminte de săruri :

Grupa I, zăcăminte de sare gemă sub formă de strate sau lentile, așezate în roci netectonizate sau slab tectonizate,

avînd grosime relativ constantă și o suprafață mai mare de 3 km², de exemplu : zăcămintele Slănic-Prahova, Ocna-Dej.

Grupa II, zăcăminte de sare gemă lentiliforme și zăcăminte de sare gemă diapiră ; de exemplu : zăcămintele de la Tg. Ocna, Cacica, Ocnele-Mari, Praid etc.

Grupa III, zăcăminte cu săruri delicvescente, în formă de lentile sau cuiburi, cu dimensiuni, compoziție chimică și mineralogică variabile sau foarte variabile și cu așezarea în condiții geologice complicate sau foarte complicate ; de exemplu : zăcămintele Gălean-Tg. Ocna, Tazlău etc.

Explorarea zăcămintelor de sare gemă și săruri delicvescente se face pe baza lucrărilor de prospecțiune executate prin cartare geologică de detaliu, inclusiv o cartare hidrogeochimică (cartarea izvoarelor cu stabilirea compoziției chimice a apelor), precum și prin aplicarea metodelor geofizice, în special a gravimetriei.

Explorarea preliminară se execută numai prin foraje la toate grupele de zăcăminte. *Explorarea de detaliu* se execută prin foraje pentru zăcămintele de sare gemă și prin lucrări miniere, pentru cele de săruri delicvescente.

Distanțele în metri, recomandate între lucrările de explorare sînt date în tabela 19.

Tabela 19

Distanțele dintre lucrările de explorarea la zăcămintele de săruri, în m

Grupa de zăcămînt	Lucrarea	Rezerve *A*	Rezerve *B*	Rezerve C_1
I	Foraje	600 450—300	1 000 700—500	1 500 — 1 200 1 200 — 800
II	Lucrări miniere	35—50	75—100	—
III	Foraje	—	—	400 m pe profile, 800 m între profile

Probleme pentru analiză se iau fie din carotele extrase, fie din lucrările miniere executate. Din carote, probele se pot lua prin secționarea carotei în lungul axului și recoltarea unei jumătăți, sau prin executarea cu un burghiu a unei găuri cilindrice în axul carotei și recoltarea pulberei obținute.

Din lucrările miniere de explorare, probele se colectează prin brazde cu secțiunea de 10 cm și 5 cm, cu lungimea de 1—5 m.

Scanned with OKEN Scanner

Probarea zăcămintelor se execută pe toată grosimea lor. Probele de săruri delicvescente se parafinează și se păstrează în vase etanșe.

Calculul rezervelor se efectuează în cele mai multe cazuri prin metoda secțiunilor verticale sau orizontale.

3. Explorarea zăcămintelor de minerale nemetalifere și de roci utile

Dintre cele mai importante zăcăminte de minerale nemetalifere și de roci utile se menționează aici numai zăcămintele de azbest, mică, sulf, argile și roci utile ca materiale de construcție, cu scopul de a ilustra particularitățile explorării lor.

1) Zăcăminte de azbest. Zăcămintele de azbest se explorează prin șanțuri sau tranșee, dispuse într-o rețea rombică. Liniile de explorare se orientează perpendicular pe direcția zonelor sau filoanelor de azbest.

Cercetarea orizonturilor adînci se face prin galerii de coastă sau prin plane înclinate, săpate la distanțe de 25—50 m una de alta.

2) *Zăcăminte de mică.* Explorarea zăcămintelor de mică se execută prin lucrări miniere și prin foraje. Conturarea porțiunilor superioare ale pegmatitelor (corpuri lenticulare, filoane sau cuiburi) se face prin șanțuri dispuse în rețea, care se îndesesc uneori destul de mult, astfel încît distanța dintre lucrări ajunge la 10 m.

Dacă depozitele acoperitoare au grosimi mari, cercetarea se poate executa prin galerii.

În adîncime, zăcămintele de mică se explorează prin galerii și mai rar prin foraje.

Luarea probelor se face numai din lucrări miniere, deoarece carotele dau indicații mai puțin precise.

Zăcămintele de feldspat se explorează într-un mod identic.

3) Zăcămintele de sulf. Zăcămintele de sulf formează corpuri lenticulare și stratiforme. Ele se explorează prin lucrări miniere și prin foraje, în funcție de caracteristicile lor geologice.

Calculul rezervelor pentru zăcămintele de minerale nemetalifere menționate se face, în general prin metoda mediei aritmetice a blocurilor geologice și a secțiunilor verticale și orizontale. Alegerea metodei de calcul depinde de tipul lucrărilor de explorare folosite, determinat la rîndul său de caracterele specifice ale zăcămintelor respective.

Scanned with OKEN Scanner

4) *Zăcăminte de argile.* Întrebuințate larg în industrie, fie că este vorba de argile comune, fie că este vorba de cele nobile, sînt roci sedimentare ale căror zăcăminte au largă răspîndire în țara noastră.

După regularitatea formei, după extindere și după repartiția componenților utili, zăcămintele de argile se grupează ca și alte zăcăminte legate de rocile sedimentare, în trei grupe :

Grupa I cuprinde zăcăminte stratiforme extinse pe suprafețe mari, cu structură, grosime și indici calitativi constanți.

Grupa II cuprinde zăcăminte stratiforme sau lentiliforme, cu grosime mică și cu indici calitativi destul de uniformi pe suprafețe mari (argile comune) sau variabili și cu intercalații de steril sub 30% (argile refractare).

Grupa III cuprinde zăcăminte stratiforme sau lentiliforme de dimensiuni mici, cu forma și indicii calitativi variabili sau foarte variabili (la argilele refractare intercalațiile de steril pot depăși 30% din volumul utilului).

Explorarea zăcămintelor de argilă se efectuează prin lucrări miniere (cel mai frecvent puțuri de mînă, șanțuri) sau prin foraje, precum și prin combinarea celor două metode.

Lucările de explorare se dispun în rețea pătratică, în cazul zăcămintelor cu calitate și grosime constantă, sau prin profile orientate perpendicular pe axa zăcămintelor de formă alungită.

Distanța dintre lucrările de explorare variază între 50 și 300 m, după grupa de zăcăminte și categoria de rezerve, putînd fi încă și mai reduse pentru categoriile superioare de rezerve ale zăcămintelor din grupele II și III.

Calculul rezervelor (în tone) se face prin metode diferite, cele mai utilizate fiind metoda secțiunilor, a mediei aritmetice și a blocurilor geologice.

5) *Roci utile ca materiale de construcție.* După condițiile de formare, rocile folosite ca materiale de construcție aparțin celor trei tipuri de zăcăminte :

— zăcăminte legate de formații sedimentare ;
— zăcăminte legate de roci eruptive ;
— zăcăminte legate de roci metamorfice.

După factorii naturali care determină alegerea metodologiei lucrărilor de explorare, zăcămintele care reprezintă roci folosite ca materiale de construcție se clasifică în patru grupe :

Grupa I cuprinde zăcăminte masive de roci eruptive, legate de batolite sau lacolite, cu proprietăți uniforme în suprafață și adîncime, (de exemplu : granite).

Grupa II cuprinde zăcăminte stratiforme dispuse orizontal sau cu înclinări mici, care-și menține structura, grosimea și calitatea pe suprafețe mari. De exemplu : zăcăminte de calcare, gresii, dolomite nealterate etc. din zone de platforme sau de bazalte, andezite, riolite etc., care formează curgeri.

Grupa III cuprinde zăcăminte stratiforme monoclinale, cu înclinări mai mari de 20°—30°, sau cutate care-și mențin sau își schimbă după o anumită regulă grosimea și indicii calitativi. De exemplu : zăcăminte de calcare, gresii etc. din zona de tip geosinclinal și majoritatea zăcămintelor metamorfice cu șistozitate dezvoltată (ardezii, marmure).

Grupa IV cuprinde corpuri lenticulare și zăcăminte stratiforme sau cu înclinare slabă, dar cu indici calitativi variabili. De exemplu : lentile de gresii în nisipuri, de calcare bine cimentate între altele slab cimentate etc.

Explorarea zăcămintelor de roci de construcție se efectuează cu foraje și cu lucrări miniere, dispuse într-o rețea pătratică pentru zăcămintele din grupa I, o rețea pătratică sau linii orientate perpendicular pe axa zăcămîntului pentru grupele II și IV și numai lucrări în linii perpendiculare pe direcția rocilor pentru grupa III.

Distanța între lucrările de explorare variază după grupa de zăcămînt, de la 50—300 m pentru categoria *A* de rezerve și de la 100—500 m pentru categoria *B* de rezerve.

Probele se iau cu dimensiuni de 20×20×20 cm pentru examenul complet al proprietăților fizice și mecanice și cu dimensiuni de 5×5×8 cm pentru examenul structural petrografic.

Rezervele se calculează în mii de metri cubi, fără a se ține seama de pierderile din timpul exploatării, după calitatea rocii prin metoda mediei aritmetice, metoda blocurilor geologice etc.

Dintre rocile folosite ca materiale de construcție, *calcarele* au o utilizare mult mai largă. În afară de folosirea lor ca piatră de construcții, în funcție de proprietățile lor fizice și chimice, calcarele sînt întrebuințate în industria chimică pentru obținerea varului, sodei caustice, în siderurgie la topirea minereurilor în furnale, în industria cimentului, în zootehnie ca element necesar în alimentarea animalelor, în agricultură pentru neutralizarea solurilor acide etc.

Metodologia lucrărilor de explorare este cea descrisă mai sus, fiind în toate cazurile determinată de caracteristicile

Scanned with OKEN Scanner

geologice generale care justifică încadrarea zăcămintelor de calcare în una din grupele menționate. O grijă deosebită se acordă însă probării zăcămintelor respective, punînd accentul pe parametrii fizici și chimici care interesează direct în sectorul în care urmează a fi folosite calcarele.

4. Explorarea zăcămintelor detritice

Grupele de zăcăminte detritice. Luînd în considerare factorii naturali care determină metodologia lucrărilor de explorare, zăcămintele detritice pot fi împărțite, în mod convențional, în următoarele grupe :

Grupa I cuprinde acumulările detritice cu grosimi și lățimi constante și cu o distribuție uniformă a mineralelor utile. Orizontul cu minerale utile poate fi separat ușor de celelalte orizonturi cu care este asociat. Mineralele utile au dimensiuni relativ uniforme și sînt rotunjite. Culcușul zăcămîntului are suprafața plană și înclinarea mică.

În această grupă se încadrează în general, zăcămintele aluvionare cu dimensiuni mari.

Grupa II cuprinde acumulările detritice cu grosimi constante și cu o distribuție mai puțin uniformă a mineralelor utile. Orizontul cu minerale utile poate fi separat de orizonturile din acoperiș și culcuș numai pe baza rezultatelor probării. Mineralele utile indică diferite stadii de rulare. Printre acestea apar și pepite. Culcușul zăcămîntului are suprafața destul de accidentată și înclinarea mare.

Acestei grupe îi aparțin în general zăcămintele aluvionare cu dimensiuni medii și o parte din zăcămintele deluviale cu dimensiuni mari.

Grupa III cuprinde acumulările detritice discontinui, adesea în formă de cuiburi, cu grosimi și lățimi variabile și cu o distribuție neuniformă a mineralelor utile. Orizontul cu minerale utile poate fi separat numai pe baza rezultatelor probării. Mineralele utile prezintă grade diferite de rulare. În general predomină dimensiunile mari și pepitele. Culcușul zăcămîntului are suprafața destul de accidentată și înclinarea mare.

În această grupă intră, în general, zăcămintele aluvionare cu dimensiuni mici, o parte din zăcămintele deluviale și chiar eluviale.

Scanned with OKEN Scanner

Metodologia lucrărilor de explorare a zăcămintelor detritice. Pentru orientarea lucrărilor de explorare a zăcămintelor detritice sînt necesare atît rezultatele lucrărilor de prospecțiune, cît și un studiu geomorfologic detaliat al regiunii.

1) *Zăcăminte aluvionare.* Explorarea zăcămintelor aluvionare se face cu ajutorul șanțurilor, puțurilor de mînă sau a forajelor. Utilizarea forajelor are loc numai în condițiile unui aflux mare de apă, cînd puțurile nu mai sînt eficiente.

În faza lucrărilor de explorare preliminară, lucrările miniere și forajele se amplasează în rețea, sau pe aliniamente, dispuse perpendicular pe direcția văii. Explorarea de detaliu se execută prin îndesirea rețelei de puțuri sau foraje, în zonele în care au fost delimitate acumulările de minerale utile prin explorarea preliminară. Distanțele dintre aliniamentele de explorare și dintre lucrările de pe același aliniament variază în funcție de categoria de rezerve ce se determină și de grupa la care aparține zăcămîntul aluvionar.

Probele se colectează prin metoda globală și prin brazde verticale, a căror dimensiuni sînt de 20×10 cm.

Calculul rezervelor se efectuează prin metoda blocurilor geologice sau prin metoda liniară.

2) *Zăcămintele eluviale și deluviale.* Pentru explorarea zăcămintelor eluviale și deluviale se folosesc în general șanțuri și puțuri și mult mai rar foraje. Lucrările de explorare se dispun într-o rețea cu ochiuri pătratice sau rombice. Dacă depozitele detritice au formă de evantai, lucrările de explorare se dispun radiar.

Calculul rezervelor se efectuează prin metoda blocurilor geologice sau prin metoda liniară.

CAPITOLUL VIII

ZĂCĂMINTE DE PETROL ȘI GAZE

Ținînd seama de caracterele de zăcămînt ale petrolului și gazelor naturale, este ușor de înțeles motivul pentru care lucrările de prospecțiune și explorare pentru aceste substanțe minerale utile reprezintă unele dintre cele mai dificile sarcini geologice. Starea fizică lichidă sau gazoasă a celor două substanțe, mobilitatea și capacitatea lor de migrare, explică marea diversitate a formelor de zăcămînt ale petrolului sau gazelor. Rezervorul (colectorul) în care petrolul sau gazele sînt acu-

Scanned with OKEN Scanner

mulate în zăcămînt este în general reprezentat prin roci sedimentare granulare (nisipuri, gresii, marne sau argile foarte nisipoase) sau compacte — fisurate (calcare cavernoase, fisurate, vacuolare), delimitate de roci pelitice, impermeabile (roci de protecție) și avînd, ca și acestea din urmă, un anumit aranjament spațial. Acest aranjament a rezultat de cele mai multe ori de pe urma unor mișcări tectonice ulterioare procesului de sedimentare. Alteori el este rezultat de pe urma mișcărilor tectonice concomitente cu procesul de sedimentare, ceea ce a dus la suprapunerea discordantă a mai multor etaje structurale și uneori la variații litologice bruște.

Asemenea aranjamente în spațiu ale rocilor rezervor, în care petrolul este oprit în procesul său de migrație, constituie *capcane*. După originea și geneza lor, capcanele pot fi structurale, stratigrafice sau litologice.

Un *zăcămînt de petrol* sau *de gaze* reprezintă o acumulare într-un strat sau un grup de strate colectoare care comunică între ele. Exemplu este zăcămîntul de petrol din nisipurile meoțiene M II din structura Băicoi sau din nisipurile daciene drăder, din structura Moreni, sau zăcămîntul de gaze din pachetul V de nisipuri sarmațiene din structura (domul) Bazna etc.

O *structură* petroliferă sau gazeiferă poate cuprinde unul sau mai multe zăcăminte de petrol sau gaze. De exemplu, structura Boldești conține 3 zăcăminte de gaze în levantin, 10 zăcăminte de gaze în dacian, 3 zăcăminte de petrol în meoțian și 2 zăcăminte de petrol în sarmațian ; structura Ceptura — Urlați conține 3 zăcăminte de petrol în meoțian etc.

Descoperirea structurilor și a eventualelor capcane din cuprinsul lor, formează obiectul activității de prospecțiune ; descoperirea zăcămintelor și evaluarea rezevelor constituie obiectul activității de explorare.

Cele mai răspîndite structuri sînt rezultatul mișcărilor de cutare, caracterizînd zonele geosinclinale și sînt reprezentate prin anticlinale, cute-falii, solzi acoperiți de pînze de încălecare, cute diapire etc. Pentru zonele de platformă, unde au fost mai active mișcările oscilatorii, formele structurale mai caracteristice sînt ondulațiile, domurile, flexurile etc.

În legătură cu activitatea de prospecțiune și explorare, zăcămintele de petrol și gaze se clasifică după forma rezervorului, după natura capcanei și după modul de delimitare a petrolului sau gazelor de către apele de zăcămînt sau rocile impermeabile, în următoarele grupe : zăcăminte stratiforme, zăcăminte masive, zăcăminte delimitate litologic.

Scanned with OKEN Scanner

Zăcămintele stratiforme sînt zăcăminte acumulate în colectoare în formă de strat. La rîndul lor, ele se împart în două subgrupe :

— zăcăminte stratiforme boltite,

— zăcăminte stratiforme ecranate.

Cele boltite pot fi afectate sau neafectate de falii (fig. 140).

Zăcămintele stratiforme ecranate se clasifică mai departe după natura ecranului în :

— zăcăminte ecranate tectonic (fig. 141, *a)* ;

— zăcăminte ecranate stratigrafic (fig. 141, *b)* ;

— zăcăminte ecranate litologic (fig. 141, *c*).

Delimitarea de către ape a petrolului sau gazelor, în interiorul rezervorului se face separat pentru fiecare colector sau grup de colectoare care alcătuiesc zăcămîntul.

Zăcămintele masive sînt zăcăminte acumulate în colectoare groase, carbonatate sau nisipoase, în care apa delimitează după o suprafață tubulară întreaga cantitate de petrol sau gaze din zăcămînt.

După geneza și forma capcanei, zăcămintele masive se împart în :

— zăcăminte masive în proeminențe structurale (fig. 142, *a*) ;

— zăcăminte masive în proeminențe de eroziune (fig. 142, *b*).

— zăcăminte masive în proeminențe recifale (fig. 142, *c*).

Zăcămintele delimitate litologic sînt zăcăminte în care hidrocarburile din rezervor sînt înconjurate de roci impermeabile, de roci saturate cu apă sau de amîndouă tipurile, de unde și clasificarea lor în :

— zăcăminte delimitate de roci impermeabile (fig. 143, *a)* ;

— zăcăminte delimitate de roci acvifere (fig. 143, *b)* ;

— zăcăminte delimitate parțial de roci impermeabile și parțial de roci acvifere (fig. 143, *c)*.

Cele mai răspîndite sînt zăcămintele stratiforme, iar cele mai puțin răspîndite sînt cele delimitate litologic.

Există și alte sisteme de clasificare a zăcămintelor de petrol și gaze, dar pentru efectuarea în bune condiții a lucrărilor de prospecțiune și explorare, clasificarea de mai sus este cea mai indicată.

În orientarea și alegerea metodelor de prospecțiune, ca și în desfășurarea activității de explorare, un rol important îl joacă și caracterul de geosinclinal sau de platformă al teritoriului cercetat. Experiența a arătat că acumulările cu

Scanned with OKEN Scanner

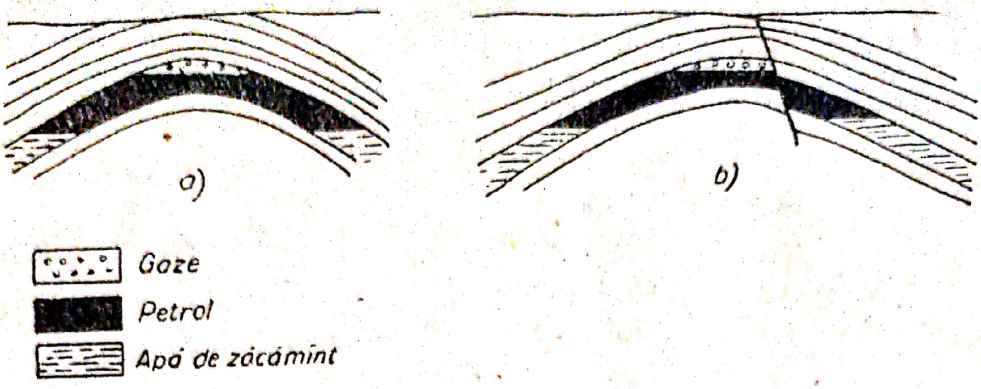
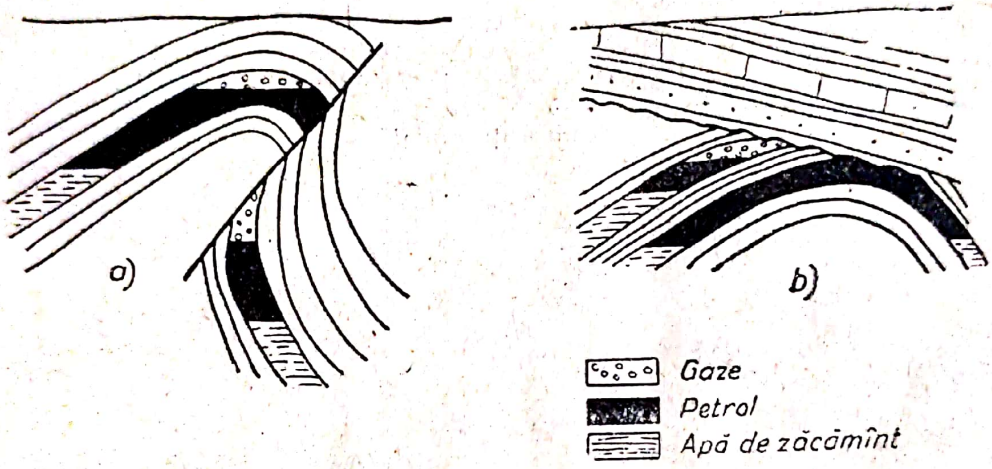


Fig. 140. Zăcăminte stratiforme boltite:
a — neafectate de falii; *b* — afectate de falii.



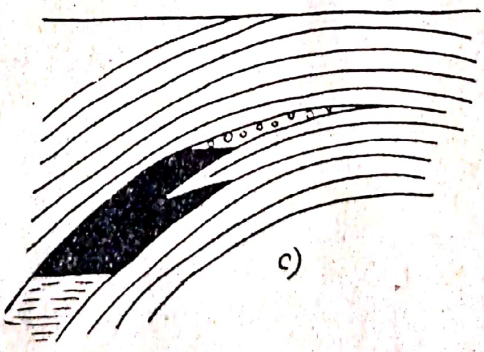


Fig. 141. Zăcăminte stratiforme ecranate:
a — tectonic; *b* — stratigrafic; *c* — litologic.

Scanned with OKEN Scanner

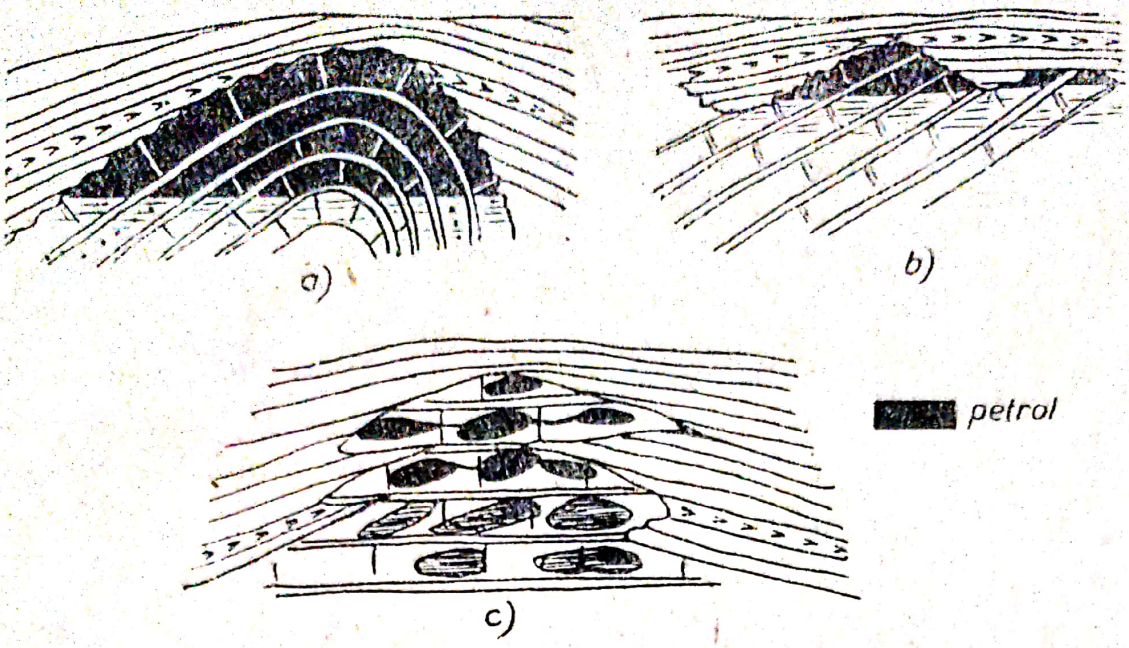


Fig. 142. Zăcăminte masive:
a — în proeminență structurală; *b* — în proeminență de eroziune; *c* — în proeminență recifală.

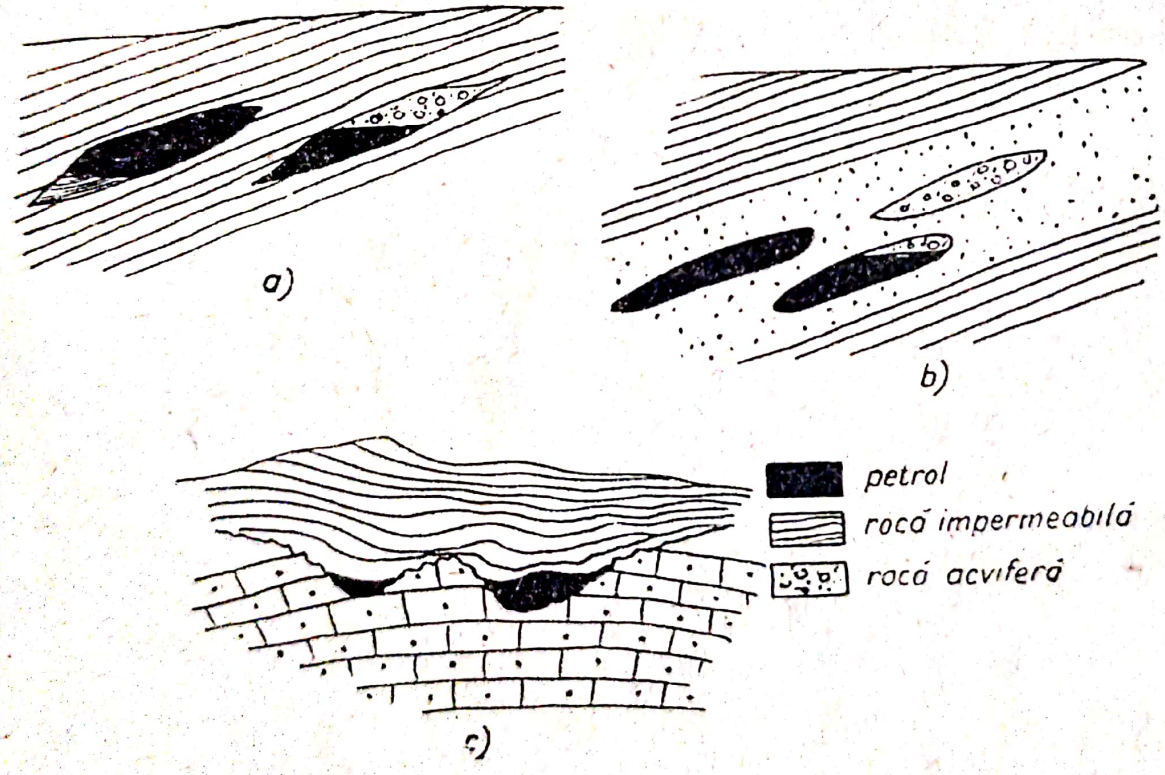


Fig. 143. Zăcăminte delimitate litologic:
a — delimitate de roci impermeabile; *b* — delimitate de roci acvifere; *c* — delimitate de roci impermeabile și acvifere.

caracter industrial de petrol și gaze se întîlnesc în zone depresionare premontane și intramontane sau instalate pe platforme. Depresiunile premontane și intramontane, în special primele se caracterizează prin grosimi mari de sedimente, predominant terigene, și prin cute strînse, completate adesea de fenomene de încălecare, diapirism etc. Depresiunile de pe platformă sînt umplute cu sedimente predominant carbonatate, cu grosime totală mai mică decît a celor din depresiunile premontane și prin cute mult mai largi, în general cu o tectonică mai puțin complicată.

A. PROSPECȚIUNEA

Lucrările de prospecțiune pentru petrol și gaze caută să identifice în interiorul regiunii prospectate condițiile necesare formării zăcămintelor de hidrocarburi, condiții care să justifice concluzia că în regiune este posibilă existența unor asemenea zăcăminte și deci să justifice proiectarea lucrărilor de explorare.

La baza proiectării lucrărilor de prospecțiune pentru petrol și gaze stau hărțile de prognoză, întocmite pe analiza meticuloasă a istoriei dezvoltării geologice a teritoriului cercetat.

Existența la suprafață a unor iviri de petrol sau gaze constituie un indiciu pozitiv în aprecierea posibilității de a găsi zăcăminte în regiunea respectivă, dar nu suficient. Prin prospecțiune trebuie să se constate existența seriilor bituminoase generatoare de petrol și gaze (roci-mamă), existența rocilor colectoare (roci de acumulare, roci rezervor sau roci magazin), a rocilor protectoare și în mod deosebit, trebuie descoperite structurile principale în cuprinsul cărora se găsesc capcanele.

1) *În regiunile muntoase și deluroase*, cu numeroase deschideri naturale, lucrările de prospecțiune se execută în general prin *metoda cartării geologice*. Cartarea geologică face posibilă recunoașterea seriilor bituminoase, a rocilor colectoare și de protecție, precum și a elementelor structurale deschise la suprafață. Ea permite de asemenea determinarea grosimii diferitelor formații, recunoașterea variațiilor de facies și construirea cu oarecare aproximație a secțiunilor în adîncime. Metoda cartării a fost aplicată cu succes în lucrările de prospecțiune pentru petrol și gaze, în

Scanned with OKEN Scanner

Depresiunea Precarpatică, atît în zona flișului, cît și în zona neogenă, în Depresiunea Transilvaniei și Bazinul Maramureșului, etc. În zona neogenă a Carpaților Orientali și Meridionali și uneori în Depresiunea Transilvaniei, lucrările de cartare în deschideri naturale au fost completate cu lucrări auxiliare (foraje manuale, puțuri etc.).

Cu toate informațiile valoroase pe care ni le procură metoda cartării geologice prin observarea directă în deschideri, experiența a arătat că pentru pregătirea în bune condiții a activității de explorare, lucrările de prospecțiune efectuate prin metode geologice trebuie completate cu lucrări geofizice și uneori cu foraje de prospecțiune.

Dintre *metodele geofizice*, *gravimetria*, executată uneori chiar numai cu caracter de recunoaștere sau de semidetaliu, se dovedește de mare folos în determinarea zonelor cu fundament mai ridicat sau a celor depresionare, în semnalarea unor masive de sare și în sugerarea existenței unor fracturi puternice ale fundamentului etc. Imaginea obținută prin lucrările gravimetrice servește ca bază de orientare mai rațională a lucrărilor care se vor executa ulterior cu metoda electrometrică sau cea seismică.

Electromeetria și anume metoda sondajelor electrice verticale (SEV) se folosește cu succes în regiuni în care sînt dezvoltate predominant formații terigene și în care există și contraste suficient de mari în valorile de rezistivitate electrică.

La noi în țară metoda electrometrică SEV a dat bune rezultate în determinarea unor structuri din depresiunea din fața Carpaților Meridionali (Depresiunea Getică).

Cea mai eficientă dintre metodele geofizice, aplicată fie concomitent cu cea electrometrică, fie independent, utilizînd ca bază numai harta gravimetrică, este *seismometria*. Executînd mai întîi cîteva profile de recunoaștere și îndesind apoi rețeaua de profile, metoda seismică de reflexie permite, în cazul unor formații sedimentare cu multe contraste litologice (alternanțe de pachete de nisipuri, gresii, argile și marne etc.) să se construiască hărți structurale, care servesc apoi pentru proiectarea activității de explorare. În Depresiunea Precarpatică din Muntenia și Oltenia, asemenea hărți structurale au fost construite pentru orizonturile din zona limitei dacian-pontian, din baza meoțianului sau din baza sarmațianului și au permis dezvoltarea în bune condiții a forajului de explorare. În zona flișului, unde tectonica este mult mai complicată decît în zona neogenă, metoda seismică

Scanned with OKEN Scanner

de reflexie obișnuită nu a dat rezultate satisfăcătoare și, așa cum s-a menționat și într-un capitol anterior, se încearcă descifrarea structurii cu metode seismice mai noi, unele încă în curs de experimentare (metoda seismosondajului spațial de masă sau metoda recepției dirijate).

2) *În regiunile de platformă*, foarte sărace sau lipsite de deschideri naturale, cartarea geologică nu se poate aplica în lucrările de prospecțiune pentru petrol și gaze. Rolul principal îl au aici metodele geofizice de prospecțiune, urmate apoi de foraj. În prima fază se aplică metoda *gravimetrică și magnetometrică*, obținîndu-se astfel o primă imagine asupra zonelor de ridicare ale fundamentului și a zonelor sale depresionare.

În etapa următoare se aplică electrometria și seismometria.

Dintre *metodele electrometrice*, cea mai larg utilizată este metoda sondajelor electrice verticale (SEV). În ceea ce privește seismometria, se încearcă mai întîi seismica de reflexie și în cazul unor rezultate neconcludente, din cauza dezvoltării masive a rocilor carbonatate, se aplică metoda seismică de refracție, în special metoda bazată pe corelarea undelor refractate (KMPV).

Indiferent de felul regiunii, elementele structurale rezultate din activitatea de prospecțiune cu metode geofizice, în special cu metoda seismică, oferă adesea destulă garanție pentru ca pe baza lor să se poată începe lucrările de explorare. Așa, de exemplu, hărțile structurale întocmite pe baza lucrărilor seismice de reflexie pentru un orizont caracteristic din zona limitei dacian-pontian în Depresiunea Precarpatică din Muntenia centrală, au fost verificate de multe ori prin foraj și sînt considerate astăzi ca documente care reprezintă fidel structura subsolului la nivelul stratigrafic menționat. Pentru orizonturi stratigrafice mai adînci însă și, în general, pentru regiunile a căror structură geologică este puțin cunoscută, este nevoie ca imaginea obținută prin lucrările seismice să fie completată sau verificată prin lucrări de foraj. În vederea obținerii de detalii cu privire la existența anumitor falii, care, din cauza pasului prea mic, scapă posibilităților metodei seismice, sau cu privire la raporturile de concordanță sau discordanță dintre formațiile apropiate de suprafață (300—400 m) și de cele adînci, se execută lucrări de prospecțiune prin foraj structural de mică adîncime. Rezultatele activității de prospecțiune prin asemenea foraj se concretizează sub formă de hărți structurale întocmite fie

Scanned with OKEN Scanner

la un reper corelabil din carotajul mecanic continuu (mai rar), fie la un reper corelabil pe diagramele electrice și cu poziția stratigrafică bine cunoscută. În proiectarea lucrărilor de prospecțiune prin foraj structural de mică adîncime (ca instalații se folosesc instalațiile Craelius B3, KAM 500, ZIF 1 200, ZIF 650 și S25), trebuie avut în vedere că în programul de foraj să fie neapărat prevăzută montarea preventorului de erupție, cel puțin la sondele săpate pe primul profil, situate în zona cea mai ridicată a structurii indicată de metoda seismică.

În scopul verificării structurii obținute prin seismometrie, în regiunile în care nu există suficientă certitudine cu privire la caracterul constant al orizonturilor reflectatoare, se sapă un profil de trei sonde de prospecțiune (foraj structural adînc), situate tot în zona cea mai ridicată a structurii. Și în acest caz, alături de programul necesar pentru investigarea găurilor de sondă, se va avea în vedere neapărat montarea prevenitorului de erupție.

Dacă una din aceste sonde de prospecțiune adîncă întîlnește un zăcămînt de petrol sau de gaze, ea trece automat în categoria sondelor de explorare și anume explorare de deschidere.

Uneori, în anumite regiuni, lucrările de prospecțiune pentru hidrocarburi, executate cu metodele descrise, se completează și cu lucrări de prospecțiune prin *metode geochimice* sau *radioactive*. Dintre metodele geochimice se aplică metoda de cartare a bituminelor sau a gazelor, sau ambele feluri de cartare. Recoltarea probelor de apă în vederea unor analize hidrogeochimice se practică în mod curent pe timpul cartării geologice, deoarece, prezența în ape a anumitor componenți (iod, brom, acizi naftenici etc.) reprezintă un indiciu pozitiv în caracterizarea apelor respective ca ape de zăcămînt și deci și în aprecierea perspectivelor de petrol și gaze ale regiunii respective.

Dintre metodele radioactive, cea mai des întrebuințată pentru hidrocarburi este radiometria.

Atît metodele geochimice cît și cele radioactive au în lucrările de prospecțiune pentru petrol și gaze un caracter de lucrări ajutătoare.

Este foarte important de reținut faptul că în executarea lucrărilor de prospecțiune pentru hidrocarburi se aplică, pe scară cît mai largă, combinarea diferitelor metode de pros-

Scanned with OKEN Scanner

pecțiune, în vederea completării cu cît mai multe date de observație a imaginii structurii, care va face obiectul lucrărilor de explorare. Combinarea se face în limitele aplicării raționale a diferitelor metode de prospecțiune, în funcție de condițiile geologice și morfologice.

B. EXPLORAREA

Explorarea zăcămintelor de petrol și gaze se face prin foraje de adîncime (sonde de explorare) care urmăresc în primul rînd descoperirea eventualului zăcămînt *(explorarea preliminară sau de deschidere)* și în al doilea rînd, evaluarea rezervelor *(explorarea de conturare)*. S-a arătat mai sus că o structură poate conține una sau mai multe capcane și că acestea la rîndul lor pot fi structurale, stratigrafice sau litologice. Deoarece toate cele trei tipuri de capcane sînt determinate în ultimă instanță de existența mișcărilor tectonice, fie concomitente, fie posterioare procesului de sedimentare, termenul de structură va fi întrebuințat pentru toate cazurile, chiar dacă în cuprinsul unei structuri se găsesc numai capcane stratigrafice sau litologice. În proiectarea și desfășurarea activității de explorare se va ține seama de tipurile de capcană posibil de întîlnit în cuprinsul structurii. În această privință, analiza istoriei dezvoltării geologice a întregului teritoriu în care se găsește structura de explorat oferă indicații foarte prețioase. Recunoașterea caracterului de geosinclinal sau de platformă al teritorului respectiv, determinarea vechilor zone de țărm și a vechilor zone depresionare, pe baza caracterelor faciale ale formațiilor și determinarea tectonicii generale a teritoriului, permit să se deducă în condiții destul de aproape de realitate tipurile de capcane ce pot fi întîlnite. Lucrările de prospecțiune au procurat numeroase informații, iar la întocmirea *proiectului de explorare preliminară* (explorare de deschidere) se ține seama de toate aceste elemente. Fie că este vorba de o simplă cută anticlinală, fie că este vorba de un monoclin, de cute-falii, cute-solzi, cute diapire pe profile orientate perpendicular pe axa mare a elementului structural respectiv de explorat, numărul sondelor depinde de dimensiunile elementului structural respectiv, iar distanța între sondele de explorare depinde de înclinarea stratelor, de variațiile de facies și, în general, de tipul capcanelor așteptate. Așa, de exemplu, în cazul unui brahianticlinal, numărul sondelor de explorare, pro-

Scanned with OKEN Scanner

iectate în prima fază, va fi de 5 (fig. 144) în cazul unui anticlinal de dimensiuni mai mari, numărul sondelor va fi de 8 sau 11, în funcție de dimensiunile sale, iar amplasarea sondelor va fi astfel făcută încît să fie cercetată și zona axială și flancurile și zonele periclinale (fig. 145) ; în cazul unui monoclin, sondele vor fi așezate tot pe profile transversale, cîte două sau trei pe profile, numărul profilelor depinzînd de lungimea monoclinului, iar distanța între profile de variațiile de facies și complicațiile tectonice secundare, parțial cunoscute, parțial presupuse (fig. 146). Explorarea cu profile de sondă reprezintă o metodă aplicată în mod curent de școala sovietică și ea a fost aplicată și în țara noastră după naționalizarea principalelor mijloace de producție. Avantajul acestei metode, în comparație cu metoda sondelor izolate unice, săpate înainte de naționalizare de către societățile petrolifere capita-

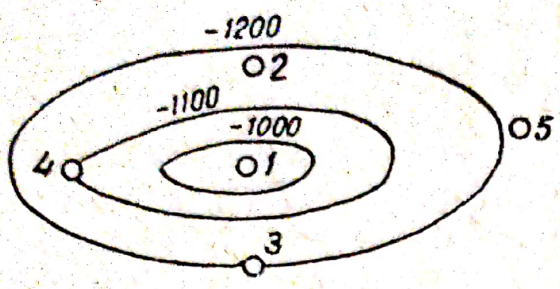


Fig. 144. Amplasarea sondelor de explorare preliminară în cazul unui brahianticlinal.

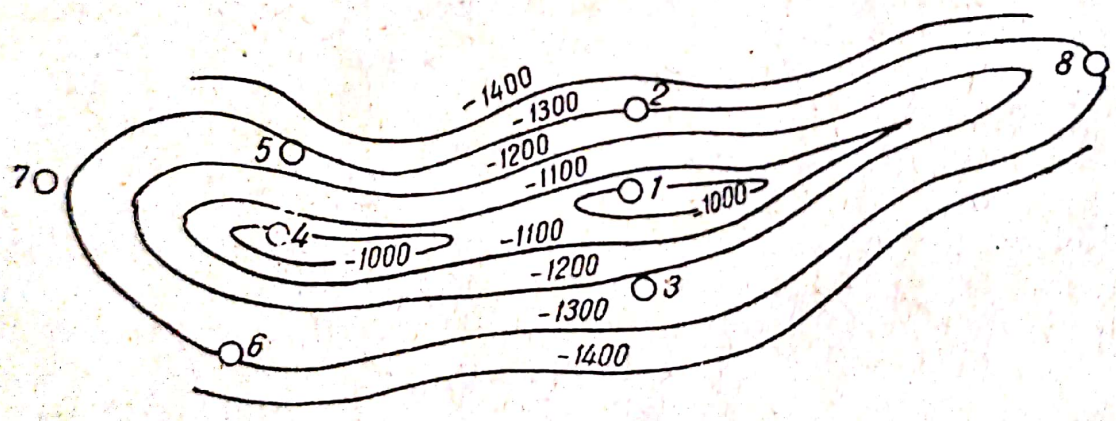


Fig. 145. Amplasarea sondelor de explorare preliminară în cazul unei structuri anticlinale.

liste, a devenit evident în scurtă vreme, prin descoperirea unor importante zăcăminte de petrol pe structuri explorate insuficient și considerate fără perspective de către societățile capitaliste (de exemplu, zăcămintele de petrol de pe structura Șuța Seacă).

Adîncimea sondelor de explorare preliminară se stabilește prin proiect, pe de o parte în funcție de obiectivul geologic

de explorat, și pe de altă parte, în funcție de datele obținute prin prospecțiune, mai ales prin forajul structural adînc, dacă a fost executat.

Săparea sondelor se face după un program de investigație stabilit de asemenea prin proiect și detaliat prin fișele geologotehnice, întocmite pentru fiecare sondă separat.

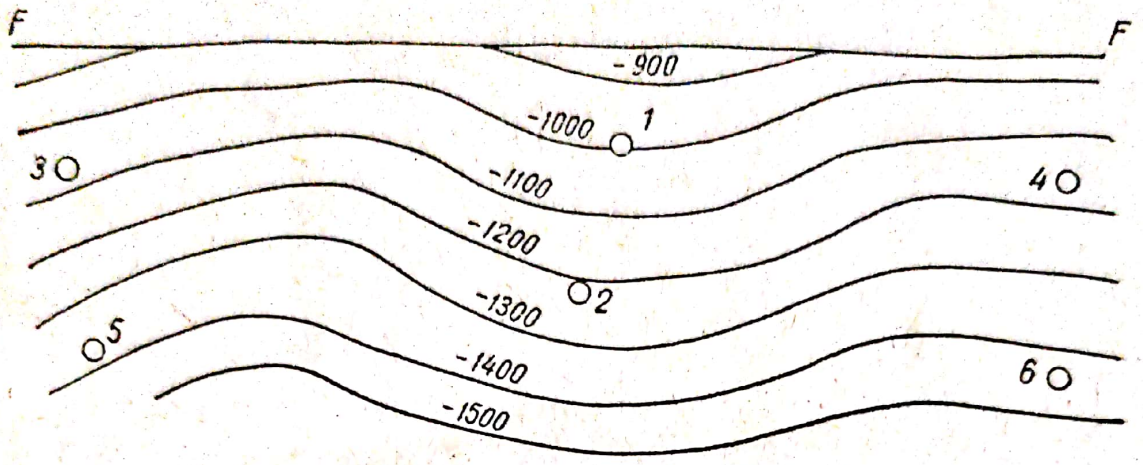


Fig. 146. Amplasarea sondelor de explorare preliminară în cazul unui monoclin.

Programul de investigație geologică și geofizică a fost descris într-un capitol anterior. În acest capitol ne vom opri numai asupra probelor de producție.

Programul de investigație geologică și geofizică prin carotaj mecanic, probe de sită, probe laterale și diferite diagrafii executate (electrică, radioactivă, gaze etc. și uneori probe de producție cu gaura netubată) permite în final recunoașterea existenței sau a lipsei în profilul sondei a orizonturilor posibil purtătoare de hidrocarburi. În cazul cînd asemenea orizonturi există, sonda este tubată cu o coloană metalică și se cimentează spațiul inelar dintre coloană și peretele găurii de sondă, pentru a se împiedeca orice comunicație de fluide prin acest spațiu. Urmează apoi executarea propriu zisă a probelor de producție, operații care principial constă în a pune în legătură cu exteriorul stratul considerat posibil cu hidrocarburi. Operația se face succesiv de jos în sus, începînd cu cel mai adînc strat sau grup de strate apropiate. În acest scop, cu ajutorul unor dispozitive speciale (aparate de perforat cu gloanțe, jet etc.) se perforează coloana în dreptul intervalului respectiv; pe tot timpul operației de perforare, sonda rămîne plină cu noroi cu aceiași greutate specifică pe care a avut-o în timpul forajului. Se montează apoi capul de erupție și se înlocuiește noroiul cu apă, pen-

tru a reduce presiunea exercitată de coloana de lichid asupra stratului perforat. Dacă presiunea stratului este mai mare decît presiunea exercitată de coloana de apă (de exemplu, pentru un strat situat la adîncimea de 1000 m, presiunea coloanei de noroi cu densitatea 1,3 este de 130 at, iar a coloanei de apă de 100 at, fluidul conținut în strat se va pune în mișcare, va ieși la suprafață și sonda va începe să erupă gaze, petrol sau apă de zăcămînt, după natura fluidului conținut în strat. Dacă presiunea stratului este încă mai mică decît cea corespunzătoare coloanei de apă, de exemplu, de 80 at, atunci se extrage (prin pistonare) apă din sondă pînă ce presiunea exercitată de apă scade sub presiunea de strat. În cazul considerat, cînd după pistonare nivelul apei din sondă va ajunge la 210 m de la gura sondei (greutatea coloanei de apă înaltă de 790 m va exercita atunci o presiune de 79 at), fluidul din strat se va pune în mișcare și va începe erupția. Cînd presiunea stratului care conține petrol sau apă de zăcămînt este încă prea mică, este posibil ca sonda să nu aibă caracter eruptiv ; în acest caz, petrolul sau apa se ridică în sondă pînă la un anumit nivel, de la care trebuie extras prin pistonare.

Lăsînd la o parte caracterul eruptiv sau neeruptiv al sondei, interesează în mod special în această fază determinarea naturii fluidului conținut în sondă. De aceea, îndată ce a început erupția de petrol sau gaze, se iau probe pentru analiza acestor fluide și în același timp se fac o serie de măsurători privind debitul și presiunea de zăcămînt. Dacă sonda erupe apă, se iau, de asemenea, probe, avîndu-se grijă ca aceste probe să fie luate după ce a fost evacuată, în prealabil, apa introdusă în sondă pentru înlocuirea noroiului de foraj.

Este recomandabil ca să se extragă o cantitate de apă mult mai mare decît volumul găurii de sondă, deoarece o parte din apă poate proveni din apă filtrată deja în strat, din noroiul de foraj, pe timpul traversării stratului respectiv.

Analiza chimică a apelor extrase cu ocazia probelor de producție este foarte importantă deoarece ea permite să se tragă concluzii asupra proveniență lor. În adevăr, în cazul unei cimentări nereușite a spațiului inelar din spatele coloanei tubate, apele unui strat cu o poziție inferioară sau superioară celui perforat pot circula prin spatele coloanei și pot pătrunde prin perforaturi în sondă, lăsînd impresia că provin din stratul perforat. Cum timpul și gradul de mineralizare a apelor este adesea diferit pentru anumite formații

Scanned with OKEN Scanner

geologice, se înțelege că analiza chimică a apelor va da posibilitatea să se recunoască mai ușor dacă apa provine din stratul perforat și presupus petrolifer sau gazeifer, sau din alte strate. În cazul cînd apele provin din stratul perforat, tot prin analiza lor se găsesc anumite elemente indicatoare (acizi naftenici, gaze dizolvate etc.) pentru determinarea poziției mai apropiate sau mai îndepărtate a zonei productive cu petrol sau gaze.

O dată determinat conținutul în apă a stratului perforat, se procedează la cimentarea sa (se introduce ciment în perforaturi și în sondă pînă sub intervalul imediat superior, care urmează a fi perforat). Probarea continuă astfel pînă la încercarea tuturor stratelor care, pe baza datelor obținute prin investigația geologică și geofizică au fost considerate, ca posibil purtătoare de petrol sau gaze.

La sondele de explorare preliminară, la care este necesar inventarierea tuturor stratelor sau pachetelor de strate purtătoare de hidrocarburi, se cimentează succesiv și stratele care au produs petrol sau gaze (după ce s-au făcut în prealabil toate analizele și măsurătorile). Această inventariere este necesară pentru proiectarea rațională a *explorării de conturare (explorarea detaliată sau integrală)* și pentru un calcul mai apropiat de realitate al rezervelor respective de hidrocarburi.

Pe tot timpul desfășurării activității de explorare, atît în faza preliminară, cît și în cea de conturare, toate informațiile geologice obținute sînt prelucrate sub formă de secțiuni geologice și diferite hărți geologice (hărți structurale, hărți de izopahite și lito-facies, hărți de izobare etc), în scopul obținerii unei imagini cît mai complete, privind condițiile geologice în care se găsesc zăcămintele de petrol sau gaze în curs de explorare.

Rezervele respective se calculează prin metoda volumetrică și se încadrează în categoriile C_1, B sau A, în funcție de gradul de cunoaștere obținut prin executarea lucrărilor de explorare.

Pentru categoriile B și A, acest grad de cunoaștere este caracterizat în final prin distanțele dintre sondele de explorare, distanțe care variază după tipul de zăcăminte și în funcție de situarea acestora în regiuni cutate de tip geosinclinal sau în regiuni de platformă. Distanțele recomandate între sondele de explorare ce se sapă pentru determinarea rezervelor de petrol din categoriile A și B sînt date în tabela 20.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 20

Distanțele dintre sonde la explorarea zăcămintelor de petrol

Tipul zăcămintelor	Rezerve *A*		Rezerve *B*	
	Regiuni cutate m	Regiuni de platformă m	Regiuni cutate m	Regiuni de platformă m
Boltite, faliate sau nefaliate	500	500	1 000	1 000
Ecranate tectonic	300	400	600	800
Ecranate stratigrafic	300	400	600	800
Ecranate litologic	300	400	600	800
Masive	—	500	—	1 000
Delimitate litologic	—	200	—	400

În proiectarea lucrărilor de explorare de conturare, distanțele dintre sonde menționate în această tabelă au un caracter orientativ, ele putind fi micșorate sau mărite în funcție de caracterele specifice ale regiunii de explorare, prin comparație cu alte regiuni învecinate și bine cunoscute din punct de vedere geologic.

Pentru explorarea zăcămintelor de gaze, distanțele din tabelă pot fi mărite de două ori.

CAPITOLUL IX

ZĂCĂMINTE DE CĂRBUNI

Cărbunii, făcînd parte din grupa substanțelor minerale utile solide, lucrările de prospectare și explorare a acestor zăcăminte vor avea un specific mai apropiat de al zăcămintelor metalifere și nemetalifere, decît de acel al zăcămintelor de petrol și gaze. Starea fizică solidă și caracterul de strat, sau lentiliform al cărbunilor, imprimă de la început o anumită orientare în desfășurarea lucrărilor de prospecțiune sau explorare.

Ca și pentru toate celelalte substanțe minerale utile, rămîne valabil principiul fundamental al cunoașterii cît mai complete a istoriei dezvoltării geologice a teritorului investigat.

Determinarea zonelor de ridicare și a zonelor depresionare, cunoașterea repartiției mărilor în diferite perioade geologice, reconstituirea condițiilor climatice și de dezvoltare a lumii

Scanned with OKEN Scanner

vegetale, detalii de ordin tectonic etc., toate aceste elemente de cunoaștere vor înlesni mult desfășurarea lucrărilor geologice și vor permite orientarea lor în cele mai bune condiții, pentru ca în special activitatea de explorare să fie efectuată cu un maxim de eficiență, atît ca volum și durată a lucrărilor, cît și sub raportul prețului de cost.

A. PROSPECȚIUNEA

Lucrările de prospecțiune duc în final la descoperirea existenței în regiunea cercetată a cărbunilor minerali, permițînd în același timp unele informații privind grosimea stratelor de cărbuni, calitatea lor etc.

În cazul regiunilor cu multe deschideri naturale, metoda cartării geologice reprezintă prima metodă aplicată în prospecțiune. Metoda cartării s-a dovedit eficientă în prospectarea zăcămintelor de cărbuni bruni din bazinul Comănești și din Depresiunea Transilvaniei, a zăcămintelor de lignit din dacianul Depresiunii Precarpatice, în prospectarea unor zăcăminte de huilă din Banat etc.

Oricît de numeroase ar fi deschiderile naturale într-o regiune, cartarea geologică în aceste deschideri nu poate însă procura toate informațiile necesare pentru proiectarea explorării; pentru completare se folosesc pe de o parte deschiderile artificiale sub formă de puțuri, șanțuri și foraje manuale (burghie de mînă) și pe de altă parte se folosesc metodele geofizice și lucrările de foraj. Dintre metodele geofizice gravimetria și magnetometria oferă informații generale privind determinarea zonelor de ridicare și depresionare și permit o serie de concluzii în legătură cu istoria dezvoltării geologice a teritoriului cercetat. Metoda seismică este folosită cu succes în prospectarea cărbunilor, atît ca seismică de refracție, cît și ca seismică de reflexie. Metoda refracției permite determinarea grosimii sedimentarului din regiunea investigată, iar metoda reflexiei face posibilă determinarea structurii de detaliu a învelișului sedimentar purtător de cărbuni (cutări, falieri etc.). În afară de aceasta, atunci cînd se cunoaște poziția stratigrafică a stratelor de cărbuni și există și un orizont de reflexie caracteristic se poate determina adîncimea acestor strate. De exemplu, orizontul caracteristic din zona limitei dacian-pontian din Depresiunea Precarpatică face posibilă determinarea formelor structurale și a adîncimii la care se pot întîlni ligniții din dacian.

Scanned with OKEN Scanner

Dintre metodele geofizice, s-a dovedit eficientă în prospectarea cărbunilor și electrometria. Într-adevăr, stratele mai groase de cărbuni, cu o rezistivitate electrică mult ridicată față de a rocilor adiacente, pot fi ușor reperate în aplicarea metodei electrice și anume sondajul electric vertical.

Metoda a fost aplicată cu succes în prospectarea anumitor zăcăminte de cărbuni din Platforma Rusă și mai ales din Platforma Siberiană.

Pentru proiectarea în bune condiții a lucrărilor de explorare sînt necesare și lucrări de foraj. În cazul formațiilor cutate și faliate, cu stratele de cărbuni situate la adîncimi relativ mari (inaccesibile cu foraje manuale și alte lucrări auxiliare), cîteva sonde săpate pe 2-3 profile procură informații cu privire la existența stratelor de cărbune, adîncimea lor, tectonica de adîncime a regiuni investigate. În regiuni acoperite și necunoscute din punct de vedere geologic, se recomandă săparea uneia sau a cîtorva sonde cu caracter de referință, ale căror informații permit orientarea în bune condiții a lucrărilor următoare de prospecțiune, în special cu folosirea metodelor geofizice.

B. EXPLORAREA

Explorarea zăcămintelor de cărbuni se face prin lucrări miniere, prin foraje, sau prin lucrări combinate, în funcție de anumite caracteristici geologice ale zăcămintelor.

Ca și zăcămintele de minereuri, zăcămintele de cărbuni sînt împărțite convențional tot în trei grupe, ținîndu-se seama de gradul lor de tectonizare :

Grupa I, în care intră zăcăminte cu structură geologică simplă, cu așezare orizontală sau aproape orizontală a stratelor, nefaliate sau puțin faliate. De exemplu, zăcămintele de lignit de la Rovinari, Derna-Tătăruș etc.

Grupa II, cu zăcăminte cutate simplu și faliate și cu stratificație distinctă a cărbunilor. De exemplu, zăcămintele de lignit de la Schitu Golești sau de cărbune brun de la Șorecani etc.

Grupa III, cu zăcăminte a căror structură geologică este complicată, intens cutată și faliată și cu strate sau lentile de cărbune, variabile ca dimensiuni și poziție. De exemplu, zăcămîntul de cărbune brun de la Comănești, de huilă de la Uricani sau Anina, de antracit de la Schela etc.

Scanned with OKEN Scanner

Cele trei grupe de zăcăminte de cărbuni se caracterizează și printr-o anumită metodologie a lucrărilor de explorare. Astfel, zăcămintele din grupa I sînt explorate în general prin foraje dispuse în rețea, completate uneori cu lucrări miniere de verificare; zăcămintele din grupa II se explorează prin foraje sau lucrări miniere dispuse perpendicular pe direcția stratelor sau pe axa cutelor, iar cele din grupa III se explorează prin foraje dispuse perpendicular pe axa cutelor, prin foraje combinate cu lucrări miniere sau numai prin lucrări miniere.

În afară de criteriul dat de gradul de tectonizare, zăcămintele de cărbuni din fiecare grupă se clasifică după gradul de uniformitate al structurii, grosimii și calității stratelor de cărbuni, în următoarele trei tipuri:

Tipul 1 cuprinde zăcăminte cu strate de cărbune uniforme sau foarte puțin variabile ca structură, grosime și calitate.

Tipul 2 cuprinde zăcăminte cu strate de cărbuni relativ uniforme ca structură, grosime și calitate, cu variații în limitele de exploatabilitate.

Tipul 3 cuprinde zăcăminte cu strate de cărbuni neuniforme sau lentile de cărbuni, cu variații ale structurii, grosimii și calității care depășesc uneori limitele de exploatabilitate.

Grupele și tipurile de zăcăminte de cărbuni descrise, reprezintă factorii hotărîtori în alegerea metodicii de explorare și stabilirea distanțelor dintre lucrările miniere de explorare sau între forajele de explorare efectuate. În principiu, distanțele dintre forajele sau lucrările miniere de explorare sînt mai mari pentru zăcămintele din grupa I și mai reduse pentru zăcămintele din grupa III. În cadrul aceleiași grupe, distanțele sînt mari pentru tipul 1 și mai reduse pentru tipul 3.

Distanțele maxime recomandate a fi folosite între forajele de explorare sau lucrările miniere, ținînd seama și de categoriile de rezerve care urmează a se determina de pe urma acestor lucrări sînt prezentate în tabela 21 și 22.

Din toate lucrările de explorare — lucrări miniere sau foraje — se iau probe care să asigure cunoașterea caracteristicilor calitative ale cărbunilor, cu toate variațiile din cuprinsul zăcămîntului. Luarea probelor și distanțele dintre probe au fost descrise într-un capitol anterior. În acest capitol se va insista asupra problemelor care privesc condițiile *hidrogeologice* ale zăcămintelor de cărbuni. Aceste condiții

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 21

Distanțele maxime între sonde la explorarea zăcămintelor de cărbuni, în m

Grupa de zăcăminte	Rezerve *A*			Rezerve *B*			Rezerve C_1		
	tip 1	tip 2	tip 3	tip 1	tip 2	tip 3	tip 1	tip 2	tip 3
I	400	300	200	800	600	400	1 600	1 200	800
II	300	200	150	600	400	300	1 200	800	600
III	200	150	lucrări miniere	400	300	200	800	600	400

Tabela 22

Distanțele maxime între lucrările miniere la explorarea zăcămintelor de cărbuni, în m

Grupa de zăcăminte	Felul lucrărilor	Rezerve *A*			Rezerve *B*			Rezerve C_1		
		tip 1	tip 2	tip 3	tip 1	tip 2	tip 3	tip 1	tip 2	tip 3
I	Între galeriile direcționale	150	150	100	150	150	100	150	150	100
	Între suitori sau plane înclinate	400	300	200	800	600	400	1 600	1 200	800
	Între galeriile transversale	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	Între galeriile direcționale	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Între suitori sau plane înclinate	300	200	150	600	400	300	1 200	800	600
	Între galeriile transversale	300	200	150	600	400	300	1 200	800	600
III	Între galeriile direcționale	—	un etaj de exploatare		—	un etaj de exploatare		—	un etaj de exploatare	
	Între suitori sau plane înclinate	—	60	50	—	300	200	—	600	400
	Între galeriile transversale	—	60	50	—	300	200	—	600	400

Scanned with OKEN Scanner

au o deosebită importanță în timpul exploatării zăcămintelor de cărbuni și din acest motiv cunoașterea completă a lor constituie o preocupare specială în faza lucrărilor de explorare.

Stratele acvifere se pot găsi atît în culcușul cît și în acoperișul stratului de cărbune care va face obiectul viitoarei exploatări.

În vederea exploatării, stratele acvifere din acoperiș vor trebui asecate complet, iar pentru cele din culcuș, vor trebui luate măsuri menite să ducă la scăderea presiunii apei, așa fel ca aceasta să nu inunde galeriile. Ambele măsuri — asecarea stratelor din acoperiș și scăderea presiunii în stratele din culcuș — necesită cunoașterea prealabilă și detaliată a prezenței tuturor stratelor acvifere, a debitului și presiunii lor, a zonei de alimentare a lor, a chimismului apelor etc.

În acest scop, atît în lucrările miniere de explorare cît și în cele de foraj, se urmăresc cu atenție toate aparițiile de ape și pe cît posibil, se fac măsurători de presiune și debit, analize chimice, determinarea direcției de curgere, a zonei de alimentare etc. În afară de preocuparea acordată condițiilor hidrogeologice în lucrările de explorare executate pentru determinarea întinderii, grosimii, numărului, calității etc. a stratelor de cărbuni, se execută și lucrări speciale pentru determinarea condițiilor hidrogeologice și anume foraje hidrogeologice. În aceste foraje se fac toate măsurătorile necesare privind debitul apelor, se fac pompări experimentale în vederea asecării sau scăderii presiunii apelor, urmărind în același timp, cu ajutorul lucrărilor miniere și al celorlalte foraje, modul de comportare al stratelor acvifere.

Distanța dintre forajele de explorare hidrogeologică variază în funcție de gradul de complicație al condițiilor hidrogeologice, între 400 și 1 000 m pentru rezervele de cărbuni de categoria *A* și între 600 și 1 500 m pentru rezervele din categoria *B*.

O atenție specială este acordată și lucrărilor de explorare pentru cărbuni și diferitelor aparții de hidrocarburi lichide și mai ales, gazoase (CH_4), precum și aparițiilor de alte gaze (de exemplu, CO_2 etc.).

Calculul rezervelor se face cel mai frecvent prin metoda mediei aritmetice, metoda blocurilor geologice, precum și prin metoda izohipselor.

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE

1. Airinei, St., Bercia, I., Florea, N., Gurău, A., Mamulea, A. și Pricăjan, A., *Practica geologică*, vol. II, București, Ed. tehnică, 1961.
2. Albov, M. N., *Probarea zăcămintelor de minereuri* (trad. din l. rusă), București, Ed. tehnică, 1956.
3. Boki, B. V., *Exploatări miniere* (trad. din l. rusă), București, Ed. tehnică, 1951.
4. Brod, I. O., *Geologia zăcămintelor de petrol și gaze*, București, Ed. tehnică, 1953.
5. Cioflica, C., *Prospecțiunea și explorarea geologică* (Zăcăminte de minereuri și zăcăminte minerale nemetalifere), București, E.D.P., (sub tipar), 1962.
6. Dahnov, V. N., *Interpretarea rezultatelor cercetării geofizice a profilelor de sondă*, București, Ed. tehnică, 1961.
7. Dobrescu, E. și Georgescu, B., *Încercări de laborator pentru prepararea substanțelor minerale utile*, București, Ed. tehnică, 1957.
8. Gherman, I., *Îndrumări în practica geologică*, vol. I, II, III, București, Ed. tehnică, 1954, 1957.
9. Grigoraș, N., *Criterii de clasificare a rezervelor subterane de țiței și gaze*, București, Ed. tehnică, 1954.
10. Grigoraș, N., *Geologia zăcămintelor de petrol și gaze din R.P.R.*, București, Ed. tehnică, 1961.
11. Ianovici, V., *Metodologia lucrărilor de prospecțiune și de explorare geologică și minieră*, București, „Revista minelor", nr. 7 și 9, 1955.
12. Ianovici, V., Murgu, M. și Ionescu, D., *Considerații generale asupra clasificării rezervelor de substanțe minerale utile solide*, București, „Revista minelor", nr. 10, 1958.
13. Jdanov, M. A., *Metode de calcul a rezervelor subterane de țiței și gaze*, București, Ed. tehnică, 1954.
14. Liteanu, E., *Hidrogeologie aplicată*, București, Ed. tehnică, 1953.
15. Murgu, M., *Lucrări miniere de explorare*, București, Ed. tehnică, 1961.
16. Pavlov, C. V., *Lucrări miniere*, (trad. din l. rusă), București, Ed. tehnică, 1953.

Scanned with OKEN Scanner

17. Peteu, G. I., *Aplicațiile radioactivității în industria petrolului*, București, Ed. tehnică, 1959.
18. Poboran, V., Murgu, M. și Ciucă, A., *Bazele mineritului*, part. I și II, Curs litografiat, Min. Înv., București, 1954—1955.
19. Prokofiev, A. P., *Metode practice pentru calcularea rezervelor de minereuri* (trad. din l. rusă), București, Ed. tehnică, 1955.
20. Sorokin, L. V., Maximov, B. I., Galenov, E. N., Riabinkin, R. A., Fedorenko, A. N., Comarov, S. G., *Prospecțiuni geofizice* (trad. din l. rusă), București, I.D.T., 1951.
21. Stoica, C., Manilici, V., Filipescu, M. și Corbu, M., *Practica geologică*, vol. I, București, Ed. tehnică, 1960.
22. Tkalici, S. M., *Îndreptar practic pentru metoda biogeochimică de prospectare a zăcămintelor de minereuri* (trad. din l. rusă), București, I.D.T., 1961.
23. Uşakov, I. N., *Geometria minieră* (trad. din l. rusă), București, Ed. tehnică 1954.
24. Vasiliev, I. A., Barişev, N. V., Zaborovski, A. N., Kreiter, V. M., Lango, O. L. și Mateev, A. K., *Curs de metodica explorărilor*, vol. I (trad. din l. rusă), București, I.D.T., 1954.
25. Instrucțiuni pentru aplicarea clasificării rezervelor la zăcăminte de cărbuni, C.R.R. de pe lîngă Comitetul Geologic, București, 1960.
26. Instrucțiuni pentru aplicarea clasificării rezervelor de substanțe minerale utile solide la zăcămintele de minereuri de Pb-Zn, complexe, cuprifere, auro-argentifere, fier și mangan, C.R.R. de pe lîngă Comitetul Geologic, București, 1961.
27. Clasificarea rezervelor de substanțe minerale utile, C.R.R. de pe lîngă Comitetul Geologic, București, 1961.
28. Instrucțiuni pentru întocmirea rapoartelor geologice cu calculul rezervelor de substanțe minerale utile, C.R.R. de pe lîngă Comitetul Geologic, București, 1961.
29. Instrucțiuni pentru aplicarea clasificării rezervelor de substanțe minerale utile la zăcămintele de sare gemă și săruri delicvescente, C.R.R. de pe lîngă Comitetul Geologic, București, 1961.
30. Instrucțiuni pentru aplicarea clasificării rezervelor de petrol și gaze naturale combustibile, C.R.R. de pe lîngă Comitetul Geologic, București, 1962.
31. *Manualul inginerului de mine*, vol. I și II, București, Ed. tehnică, 1951—1952.

Scanned with OKEN Scanner

TABLA DE MATERIE

PARTEA ÎNTÎI

METODOLOGIA LUCRĂRILOR DE PROSPECȚIUNE ȘI EXPLORARE GEOLGICĂ

Capitolul I

Noțiuni generale privind prospecțiunea și explorarea geologică . . 3

Capitolul II

Prospecțiunea 9
A. *Premisele geologice ale lucrărilor de prospecțiune* . . 9
1. Premise magmatice 9
2. Premise litologice 13
3. Premise stratigrafice 14
4. Premise structurale 15
B. *Metode de prospecțiune* 18
1. Metode geologice de prospecțiune 20
a. Prospecțiunea prin cartare geologică în deschideri naturale și artificiale 22
b. Prospecțiune prin cartare geologică pe baza fragmentelor 46
c. Prospecțiunea prin cartare geologică pe baza concentratelor de minerale grele 50
2. Metode geofizice de prospecțiune 55
a. Prospecțiunea gravimetrică 55
b. Prospecțiunea magnetometrică 59
c. Prospecțiunea electrometrică 63
d. Prospecțiunea seismometrică 68
e. Prospecțiunea radioactivă 74
f. Prospecțiunea geotermică 78
3. Metode geochimice de prospecțiune 78
a. Prospecțiunea pedogeochimică 79
b. Prospecțiunea litogeochimică 83
c. Prospecțiunea hidrogeochimică 84
d. Prospecțiunea biogeochimică 86
4. Metode de prospecțiune prin lucrări miniere și foraje . 90
a. Prospecțiunea prin lucrări miniere 90
b. Prospecțiunea prin foraje 105
C. *Combinarea diferitelor metode de prospecțiune* 118
D. *Considerații privind rezultatele activității de prospecțiune* . . 119
E. *Raportul privind rezultatele lucrărilor de prospecțiune* . 120

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul III

Explorarea 122

A. *Explorarea preliminară și de detaliu* 123
1. Metodele de explorare 125
a. Explorarea prin lucrări miniere 125
b. Explorarea prin foraje 131
c. Explorarea prin lucrări combinate (miniere și de foraj) 131
2. Factorii care influențează alegerea metodelor de explorare 132
a. Factorii geologici 132
b. Factorii tehnico-minieri 134
c. Factorii economici 135
3. Amplasarea și volumul lucrărilor de explorare 136
a. Amplasarea lucrărilor de explorare 136
b. Ordinea executării lucrărilor miniere și a forajelor . 137
c. Volumul și desimea lucrărilor de explorare . . 137

B. *Explorarea de extindere* 139
1. Extinderea în adîncime 139
2. Extinderea în suprafață 141

C. *Explorarea prin redeschiderea vechilor lucrări miniere* . . 142

D. *Probarea zăcămintelor de substanțe minerale utile* . . . 143
1. Luarea probelor 144
a. Luarea probelor mineralogice 144
b. Luarea probelor chimice 144
c. Luarea probelor pentru determinarea proprietăților fizice și mecanice 154
d. Luarea probelor tehnologice 155
2. Prelucrarea probelor 156
a. Operațiile de prelucrare a probelor 157
b. Întocmirea schemei generale de prelucrare a probelor 162

E. *Reprezentarea grafică a datelor de explorare* 164

Capitolul IV

Clasificarea rezervelor de substanțe minerale utile 167
1. Rezerve de substanțe minerale utile solide 171
2. Rezerve de petrol și gaze 173

Capitolul V

Calculul rezervelor 176

A. *Determinarea parametrilor* 176
1. Parametrii necesari în calculul rezervelor de substanțe minerale, utile, solide 178
a. Suprafața zăcămîntului 178
b. Grosimea medie a zăcămîntului 183
c. Greutatea volumetrică 185
d. Conținutul mediu în componenți utili 185
e. Coeficienții de corecție 190
2. Parametrii necesari în calculul rezervelor de petrol și gaze 192

B. *Metode de calcul* 194
1. Metode de calcul pentru zăcăminte de substanțe minerale utile solide 195
a. Metoda mediei aritmetice 195
b. Metoda blocurilor geologice 197

c. Metoda blocurilor de exploatare 197
d. Metoda secțiunilor 203
e. Metoda izohipselor 208
2. Metode de calcul pentru zăcămintele de petrol și gaze . 208

Capitolul VI

Raportul de explorare geologică 211
1. Conținutul raportului 211
a. Situația geologică 211
b. Calculul rezervelor 216
c. Anexe la text 217
d. Material grafic și tabele 217
2. Prezentarea raportului geologic pentru confirmarea rezervelor 220

PARTEA A DOUA

PROSPECTAREA ȘI EXPLORAREA ZĂCĂMINTELOR DE SUBSTANȚE MINERALE UTILE

Capitolul VII

Zăcăminte metalifere și nemetalifere 223
A. *Prospecțiunea* 223
B. *Explorarea* 227
1. Explorarea zăcămintelor de minereuri 227
2. Explorarea zăcămintelor de săruri 238
3. Explorarea zăcămnitelor de minerale nemetalifere și de roci utile 240
4. Explorarea zăcămintelor detritice 243

Capitolul VIII

Zăcăminte de petrol și gaze 244
A. *Prospecțiunea* 249
B. *Explorarea* 253

Capitolul IX

Zăcăminte de cărbuni 258
A. *Prospecțiunea* 259
B. *Explorarea* 260
Bibliografie 264

Redactor responsabil : Ing. BĂLĂSAN FELICIA
Tehnoredactor : DRAGOMAN AUREL

Dat la cules 15.01.1963. Bun de tipar 10.05.1963. Apărut 1963. Tiraj 350+120 ex. legate 1/2 pînză. Hîrtie scris tip. II. A. 68 gm², 16161×86 Coli editoriale 16,017. Coli tipar 16,750 planșă 1 A. 5536. C. Z. pentru bibliotecile mari 622.1 : 551.7 (075.36). C. Z. pentru bibliotecile mici 55.

Tiparul executat sub comanda nr. 844 la Intreprinderea Poligrafică Craiova str. Mihai Viteazu, 4, Craiova—R. P. R.

LEGĂTORIA C. T. C.

Scanned with OKEN Scanner